И. В. ШОР

ЗВУКОВАЯ КИНОПЕРЕДВИЖКА

ГОСКИНОИЗДАТ
1949

МИНИСТЕРСТВО КИНЕМАТОГРАФИИ СССР

УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ

И. В. ШОР

ЗВУКОВАЯ КИНОПЕРЕДВИЖКА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ШКОЛ
И КУРСОВ КИНОМЕХАНИКОВ

МОСКВА — ГОСКИНОИЗДАТ — 1959

Редактор Н. Гарвей

Рисунки художника Б Руссовского

Технический редактор Л. Гориловская

А 04342. Подписано к печати 7/V 1948 г. Печатных листов 36 + 1 вклейка. Учетно-издательских листов 49,8. Знаков в 1 печатном листе 60 480

Отпечатано в типографии М-103 и М-402 с матриц, изготовленных 3-й типографией «Красный пролетарий» треста «Полиграфкнига» ОГИЗа. Москва.

ОТ АВТОРА

Сталинский пятилетний план восстановления и дальнейшего развития народного хозяйства СССР на 1946 — 1950 гг. предусматривает значительный рост киноустановок, предназначенных для обслуживания населения глубинных пунктов.

Уже сейчас огромное количество сел, поселков городского типа и все районные центры систематически обслуживаются стационарными и передвижными киноустановками.

В годы послевоенной пятилетки новые тысячи киноустановок вступят в строй, показывая советские кинофильмы в селах, колхозах, совхозах и МТС. В колхозных клубах, домах культуры и избах-читальнях увеличивается число киносеансов, систематически проводимых передвижными киноустановками.

Новым десяткам тысяч киномехаников придется в любое время года и в любых условиях обеспечивать высококачественное кинообслуживание миллионов трудящихся, обходясь во всех самых трудных случаях без посторонней помощи.

Киномеханик-передвижник должен уметь не только квалифицированно демонстрировать фильмы, но и предупреждать, находить и быстро устранять большинство неисправностей в кинопроекторе, усилителе, громкоговорителе и электростанции, из которых каждый агрегат — сложное техническое устройство.

Материал этой книги охватывает не только круг знаний, необходимых механику звуковой передвижной киноустановки, но и ряд дополнительных сведений, которые помогут киномеханику совершенствоваться в работе и расширить уровень своих технических познаний.

Эта книга, будучи начальной в учебе киномеханика, освещает в общедоступной форме вопросы, касающиеся работы киноустановки и освоения техники кинопоказа. Изучением материала данной книги учеба киномеханика не заканчивается. Киномеханик должен повседневно учиться и повышать свою квалификацию, постепенно переходя от элементарной технической литературы к более сложной.

Если киномеханик не будет систематически работать над повышением своей квалификации, он неизбежно отстанет и рискует не справиться с возложенными на него задачами по высококачественному и культурному обслуживанию трудящихся.

Современный уровень техники кино и ответственные задачи, стоящие перед советской кинематографией, предъявляют к киномеханику очень высокие требования. Наша страна нуждается в культурных, грамотных, передовых киномеханиках, в киномеханиках-стахановцах, рационализаторах, изобретателях. Все эти качества приобретаются только длительной настойчивой учебой и повседневной самообразовательной работой, сочетаемой с активной производственной деятельностью.

В целях подготовки начинающего читателя к чтению чертежей и схем, значительная часть рисунков в тексте книги сопровождается условными обозначениями и схемами, применяемыми в технической документации и технической литературе.

В этой книге впервые систематизирован и обобщен опыт эксплоатации передвижных киноустановок в сочетании с кругом знаний, необходимых киномеханику-передвижнику.

В книге помещено большое количество оригинальных рисунков, на которых показаны собранные узлы и место каждой детали в узле или механизме. Такое изображение, по нашему мнению, наиболее доступно пониманию и наиболее доходчиво на первой стадии обучения.

С большим вниманием и благодарностью автор примет критику, советы, замечания и пожелания читателей, каковые просьба направлять по адресу: Москва 12, Третьяковский проезд, д. $^{19}/_{1}$, Редакционный отдел Госкиноиздата.

ВВЕДЕНИЕ

Кино в нашей стране — могущественное средство коммунистического воспитания трудящихся.

«Обладая исключительными возможностями духовного воздействия на массы, кино помогает рабочему классу и его партии воспитывать трудящихся в духе социализма, организовывать массы на борьбу за социализм, подымать их культуру и политическую боеспособность» (И. Сталин).

Великие идеи партии Ленина — Сталина, воплощенные в лучших произведениях советского киноискусства, становятся достоянием миллионов. Вот почему кино — самое популярное, самое любимое и массовое искусство.

Образы величайших гениев человечества Ленина и Сталина, героические подвиги Чапаева, Щорса, Пархоменко и Котовского, организаторская деятельность «Великого гражданина» — Шахова, история становления молодого большевика Максима, мужественная борьба против иностранных интервентов наших великих предков — Александра Невского, Минина и Пожарского, Суворова, Кутузова, Нахимова — учат молодежь нашей страны мужеству, трудовому героизму, искусству побеждать врагов нашей великой родины, воспитывают в них стремление утвердить в кратчайшие исторические сроки окончательное торжество коммунизма.

Советские фильмы рассказывают о героическом прошлом народов СССР, о славных битвах Советских Вооруженных Сил с озверелым фашизмом, о героях фронта и тыла, обеспечивших разгром фашистской Германии и империалистической Японии.

Произведения советского кино воспитывают в нашем народе любовь к своей родине, преданность великим идеям партии Ленина—Сталина.

В стране развернулась гигантская созидательная работа по восстановлению и дальнейшему развитию народного хозяйства, направленная к выполнению послевоенной пятилетки в 4 года, т. е. на год раньше срока.

Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. предусматривает увеличение числа киноустановок до 46 700 против 28 000 в 1940 г. Каждый районный центр и поселок городского типа обеспечивается стационарной киноустановкой. Значительно расширяется киносеть в селах.

Партия и правительство высоко оценивают заслуги лучших работников советской кинематографии. В 1944 г. за успешную работу в дни Отечественной войны и выпуск высокохудожественных кинокартин Президиум Верховного Совета СССР наградил орденами и медалями лучших работников кинематографии, в том числе большое количество киномехаников, добившихся отличных показателей в кинообслуживании населения.

На киномехаников ложится почетная обязанность донести произведения советского киноискусства до самых широких масс.

Особенно почетен и ответственен труд сельского киномеханика. Выезжая в колхоз с кинопередвижкой и фильмом, киномеханик получает в свои

руки могучее орудие коммунистической пропаганды. Именно поэтому качество труда каждого сельского киномеханика должно стоять на уровне величайших политических задач, поставленных партией и правительством перед советской кинематографией.

В избе-читальне, в колхозном доме культуры, в полевом стане, на народной стройке кино — самое любимое зрелище. Миллионы колхозников с увлечением смотрят произведения советской кинематографии. С почетом встречают и с благодарностью провожают они киномехаников, труд которых дает им возможность глубже познать жизнь и историческое прошлое своей родины, ярче осознать величие происходящих в нашей стране событий, познакомиться с достижениями передовой агротехники и, наконец, культурно отдохнуть.

Перед киномехаником-передвижником стоят следующие задачи:

а) обслужить как можно больше зрителей;

б) продвинуть кинофильм в самые отдаленные уголки страны;

в) обеспечить высокое качество изображения и звука, чтобы малейшие оттенки светотеней и тончайшие звуковые интонации были донесены до зрителя без помех и искажений, так, как они зафиксированы в кинофильме;

г) удлинить сроки службы и обеспечить сохранность ценнейшего киноимущества — фильмов, аппаратуры и оборудования;

д) добиться экономии в расходовании запасных частей, горючего, ламп и материалов;

е) обеспечить своевременное поступление в кассу государства всех сумм, причитающихся за кинообслуживание населения;

ж) обеспечить культурные условия, санитарию, общую и пожарную безопасность во время работы киноустановки и обслуживания зрителей.

Содержание в чистоте киноустановки — одно из главных условий ее безаварийной и качественной работы, сохранности фильмов и аппаратуры.

Социалистическое соревнование и стахановские методы работы — рычаги наилучшего выполнения задач, стоящих перед сельским киномехаником.

Киномеханик-стахановец должен умело сочетать свою работу по коммунистическому воспитанию масс средствами кино с выполнением и перевыполнением финансово-производственных показателей. В совершенстве владея техникой, он должен добиться безаварийного, отличного действия киноаппаратуры и высоких показателей сохранности технического хозяйства киноустановки и фильмов.

Киномеханик-стахановец не имеет права успокаиваться на достигнутом; он должен повседневно и настойчиво учиться, работая над повышением уровня своих знаний, непрерывно улучшая достигнутые показатели в работе.

Киномеханик-стахановец должен помнить, что: «Стахановское движение это такое движение рабочих и работниц, которое ставит своей целью преодоление существующих технических норм, преодоление существующих проектных мощностей, преодоление существующих планов и балансов» (И. Сталин).

Киномеханик-стахановец должен работать так, как учит всех нас товарищ Сталин. Успех в работе киномеханика определяется его трудовой доблестью, основанной на глубоком знании техники дела и высокой культуре.

ЧАСТЬ I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава 1

КИНО, ЕГО ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

Кинематография — слово греческое; означает оно — запись движения («кинема» — движение и «графо» — пишу).

В понятие кино (сокращенно от «кинематография») входит комплекс вопросов, охватывающий: фотографирование на светочувствительной пленке посредством киносъемочного аппарата объектов видимой действительности (хроника, документальные фильмы) или инсценировок (художественные и др.); фиксирование посредством звукозаписывающего аппарата звуков, соответствующих изображению; последующее воспроизведение на экране сфотографированных и размноженных (отпечатанных в сотнях экземпляров) кинофильмов.

Изображение движения

Прибор для проекции на экране неподвижных изображений, так называемый «волшебный фонарь», был изобретен еще в 1660 г. Он сконструирован в виде закрытой камеры с источником света внутри. В передней части фонаря имеется канал для помещения прозрачных изображений. Впереди канала укреплен объектив. Лучи света, проходя через изображение и объектив, отбрасывают изображение на экран (рис. 1).

Такой «волшебный» или проекционный фонарь, названный диаскопом (рис. 2), получил широкое распространение во всем мире.

В 1829 г. был сконструирован прибор, названный фенакистископом, посредством которого можно получить движущееся изображение. Прибор этот (рис. 3) состоит из диска *1*, расположенного перед зеркалом *2*; по окружности диска на равном расстоянии друг от друга прорезаны щели. Между щелями на стороне диска, обращенной к зеркалу, помещаются соответствующие рисунки, например, ряд последовательных положений (фаз) работы дровосека: дровосек поднял топор вверх; дровосек несколько опустил топор и немного согнулся; дровосек опустил топор и еще более согнулся и т. д. Расположив рисунки по одному между двумя щелями и приведя затем диск во вращение, в зеркале через щель мы увидим, что дровосек то поднимает, то опускает топор.

Получаемое благодаря быстрой смене рисунков, последовательно изображающих различные фазы, впечатление движения объясняется памятью зрения. Глаз имеет свойство некоторое время сохранять в памяти полученное им зрительное впечатление, после того как видимый предмет уже исчез. Память зрения колеблется в пределах от $^1/_5$ до $^1/_{30}$ секунды. Благодаря памяти зрения при рассматривании быстро сменяющихся рисунков с последовательно расположенными фазами движения у зрителя создается впечатление единого изображения движущегося предмета без заметного мелькания темных промежутков, разделяющих отдельные рисунки.

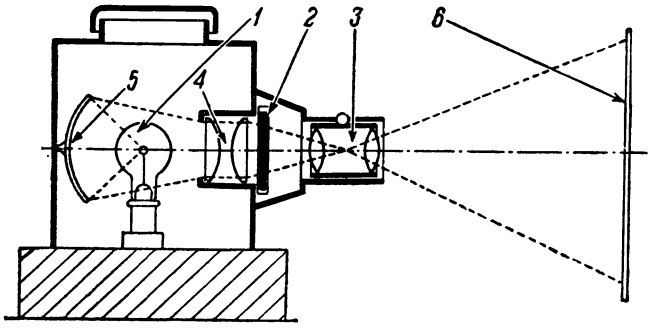


Рис. 1. Схема волшебного фонаря
1 — источник света; *2* — канал для прозрачных изображений (диапозитивов); *3* — объектив; *4* — конденсор; *5*—зеркальный отражатель; *6* — экран

В 1874 г. был изобретен новый прибор, названный зоотропом (рис. 4). Зоотроп состоит из широкого картонного цилиндра, по окружности которого вырезаны щели, равно удаленные друг от друга. Внутри цилиндра по его поверхности против щелей расположена бумажная полоса с картинками, изображающими последовательные положения (фазы) движущегося объекта. Рассматривая картинки через щель во время вращения цилиндра, несколько зрителей одновременно получают впечатление подлинного движения.

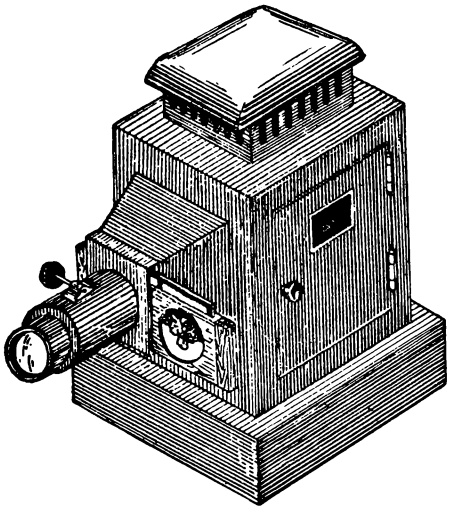


Рис. 2. Диаскоп

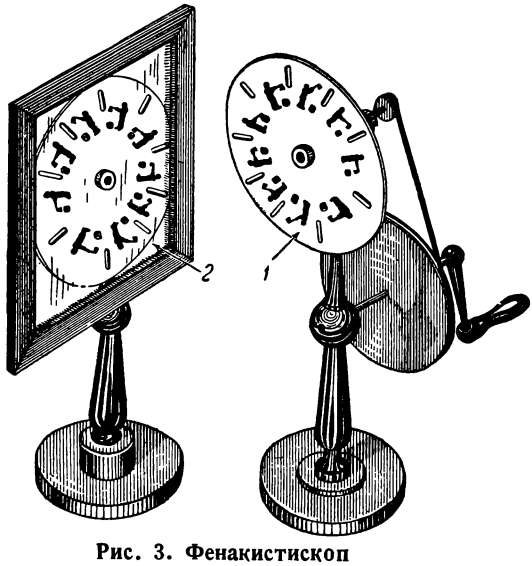


Рис. 3. Фенакистископ
1 — диск; *2* — зеркало

Задача показать движущиеся изображения на экране для небольшого количества зрителей была решена при помощи прибора, названного стробоскопом (рис. 5). Стробоскоп состоит из диска *1*, по окружности которого помещаются прозрачные рисунки (диапозитивы), и диска *2*, на котором вырезаны щели с таким расчетом, чтобы они приходились против каждого изображения диска *1*. Рукояткой *3* оба диска приводятся во вращение, причем изображения одно за другим проходят перед объективом *4*. Посредством осветительной системы, состоящей из источника света *5* и оптической линзы *6*, собирающей лучи света в один пучок (конденсор), на экране *7* получается изображение быстро сменяющих друг друга картинок, что создает иллюзию движения.



Рис. 4. Зоотроп

В качестве диапозитивов в стробоскопе применялись рисованные картинки, с усовершенствованием фотографии (1857 г.) их заменили фотоснимками.

В 1874 г. астроном Жансен произвел посредством изобретенного им фотографического револьвера съемку отдельных фаз прохождения планеты Венеры мимо солнца. Он впервые применил широко используемую и в настоящее время мальтийскую систему, которая прерывисто передвигала круглую фотографическую пластинку перед объективом фотографической ка-

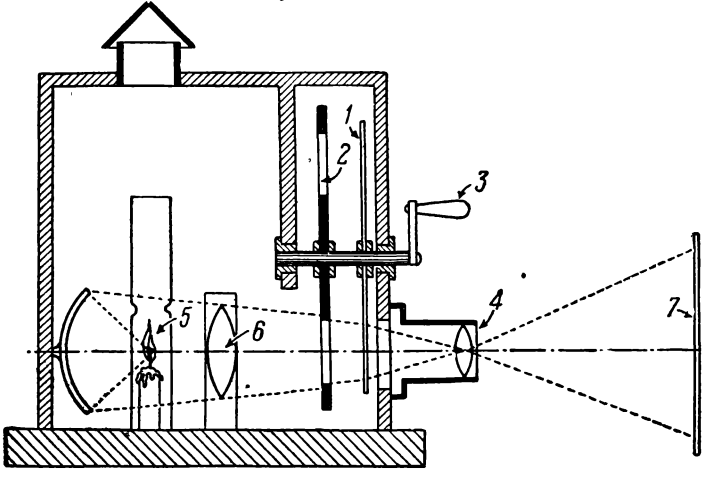


Рис. 5. Стробоскоп

1 — диск с прозрачными рисунками; *2* — диск со щелями; *3* — рукоятка для вращения дисков; *4* — объектив; *5* — источник света; *6* — конденсор; *7* — экран

меры. Посредством большого количества фотографических камер Мейбридж получил фотографии отдельных фаз движения идущих и бегущих людей и животных (рис. 6).

В 1888 г. была сконструирована камера, названная хронофотографом (рис. 7), в которой фотопластинки были заменены бу-

мажной лентой с нанесенным фотографическим слоем эмульсии, чувствительной к свету.

В 1889 г. была изобретена камера для съемки отдельных фаз движения на прозрачную целлулоидную ленту, покрытую светочувствительным слоем. Эта камера обладала всеми основными особенностями киносъемочных камер, распространенных и в настоящее время.

В 1893 г. Демени сконструировал кинопроекционный аппарат (рис. 8), в котором прозрачная целлулоидная лента с фотографиями фаз движения продвигалась с верхней катушки *1* мимо окна *2*, затем огибала барабан *3* и поступала на катушку *4*. Мимо окна лента передвигалась вращающимся с постоянной скоростью диском с пальцем *5*. Картинка прозрачной ленты некоторое время находилась против окна в неподвижном положении, а затем передвигалась посредством пальца диска. Палец перемещал ленту при каждом обороте на одну картинку, лента останавливалась, снова передвигалась, на место предыдущей становилась другая картинка и т. д. Просвечивались картинки источником света *6*. Объектив *7* проицировал изображение на экран. Чтобы сделать незаметными смены картинок, перед объективом был установлен вращающийся диск *8* — обтюратор с непрозрачными лопастями, которые перекрывали свет в момент передвижения картинок и открывали доступ лучам света на экран, когда картинка находилась в неподвижном состоянии.

Одновременно в 1893 г. Эдисон построил кинетоскоп — деревянный ящик (рис. 9), внутри которого через систему роликов проходила перфорированная пленка (с отверстиями по сторонам) длиной около 15 *м*; начало и конец пленки склеивались в кольцо или бесконечную ленту. Посредством зубчатых барабанов, приводимых в движение электромотором, пленка продвигалась мимо лупы, против которой с противоположной стороны находился источник света — электрическая лампочка. Под лупой помещался обтюратор — черный диск с узкой прорезью, связанный системой шестерен с механизмом аппарата. Движущееся изображение в кинетоскопе мог рассматривать только один человек; сеанс продолжался полминуты.

В первых кинопроекционных аппаратах освещенность изображения была крайне недостаточной, а движущиеся изображения могли рассматривать только единичные зрители. Проекция изображения для большого количества зрителей не была еще полностью разрешена.

В 1895 г. Луи Люмьеру удалось спроицировать на экран оживленные сцены, которые могли рассматривать многочисленные зрители.

22 марта 1895 г. в Париже Люмьер демонстрировал на заседании научного общества свою первую киноленту «Выход рабочих с фабрики»*.

Луи Люмьер решил проблему кинематографа как массового зрелища, соединив в своем аппарате (рис. 10) все лучшее, что было достигнуто изобретательской мыслью до него.

Быстрое развитие кинематографа оказалось возможным благодаря успехам фотографии, начало которой было положено в первой половине XIX века, и благодаря мощному источнику света — вольтовой дуге, изобретенной В. В. Петровым в 1802 г.

В качестве светочувствительного слоя применяется азотнокислое серебро, химически соединенное с различными солями брома, иода и хлора, которое вместе с желатиной наносится тонким слоем на прозрачную пленку — основу, т. е. на целлулоидную (или на ацетатную) ленту.

* В России кино впервые демонстрировалось в Петербурге и Петергофе в 1896 г.

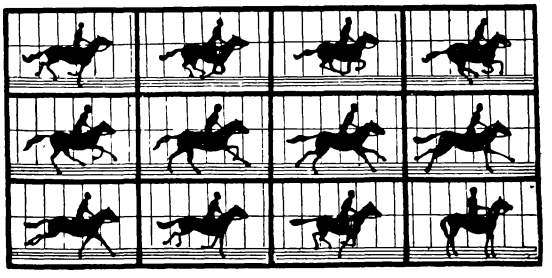


Рис. 6. Фотографии отдельных фаз движения скачущей лошади

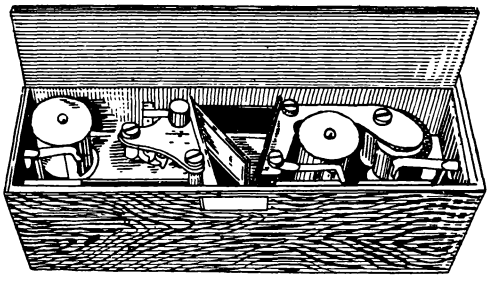


Рис. 7. Хронофотограф

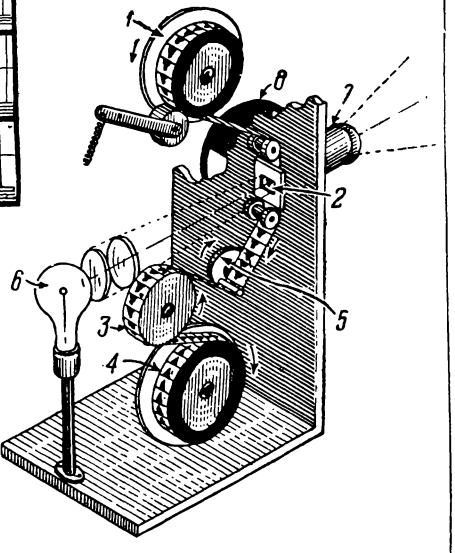


Рис. 8. Кинопроекционный аппарат Демени

1 — верхняя катушка; *2* — окно; *3* — барабан; *4* — нижняя катушка; *5* — диск с пальцем; *6* — источник света; *7* — объектив; *8* — обтюратор

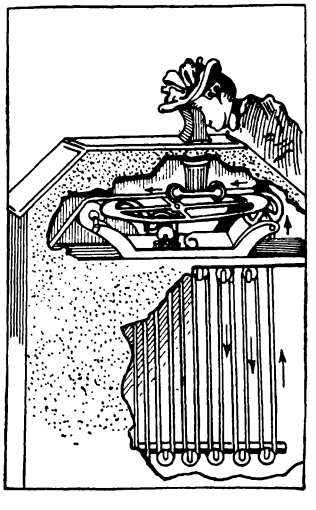


Рис. 9. Кинетоскоп Эдисона

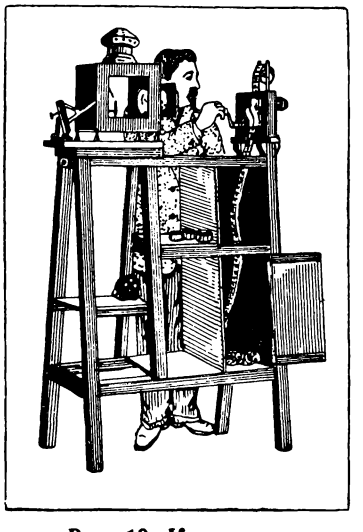


Рис. 10. Киноаппарат Люмьера

Запись звука

Современное звуковое кино родилось и получило широкое распространение на базе развития радиотехники.

Однако еще до развития радиотехники был построен в 1857 г. первый аппарат для записи звука, названный фоноавтографом.

Фоноавтограф (греческое слово, означающее в переводе — «самозаписыватель звука») представлял собой (рис. 11) большую трубу-рупор *1*, похожую своим внешним видом на гигантскую ушную раковину, дном которой была круглая легкая слюдяная пластинка, закрепленная по краям и напоминавшая барабанную перепонку человеческого уха. Под действием звуковых колебаний воздуха эта пластинка *2*, названная мембраной,

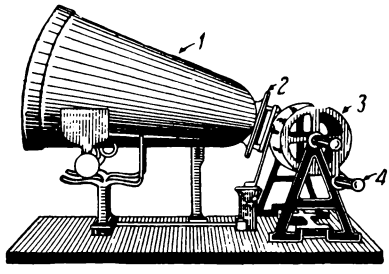


Рис. 11. Фоноавтограф
1 — рупор; *2* — мембрана; *3* — цилиндр; *4* — ручка

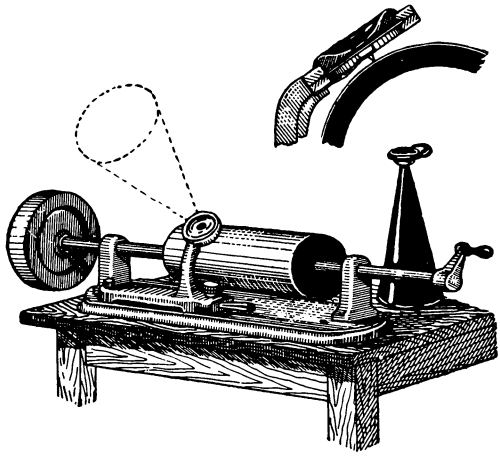


Рис. 12. Фонограф

приходила в колебательное движение. На зачерненной бумаге, навернутой на цилиндр *3*, приводимый в винтообразное движение ручкой *4*, игла, соединенная с мембраной, писала кривую, стирая в местах своего соприкосновения с бумагой сажу; тем самым игла оставляла на зачерненной бумаге белую зигзагообразную кривую, строго одинаковую для одного и того же звука и различную для разных звуков. Посредством этого прибора на бумагу записывались кривые, соответствовавшие всем особенностям разговорной речи, музыки, пения.

В 1877 г. Эдисону удалось воспроизвести записанный звук посредством физического прибора, который он назвал фонографом (рис. 12). Прибор этот претерпел ряд изменений и конструктивных усовершенствований, дойдя до наших дней в виде всем известных граммофона и патефона.

В 1907 г. Эдисон пытался создать звуковое кино, применив для этой цели граммофон (механическую запись), посредством которого звук воспроизводился синхронно с демонстрируемым фильмом на кинетоскопе. Недостатки этого метода озвучания весьма неблагоприятно отражались на совпадении изображения со звуком. Во-первых, очень трудно было добиться синхронности изображения и звука с двух отдельных механизмов, не связанных между собой; во-вторых, в случае вырезок из фильма испорченных кусков нельзя было соответственно изменить запись звука, вследствие чего синхронность нарушалась в еще большей степени. Кроме того, уровня громкости граммофона было совершенно недостаточно для зрительного зала.

На рис. 13 показана одна из первых звуковоспроизводящих установок, сочетавшая кинопроекционный аппарат и граммофон.

С первых дней появления кинематографа многие изобретатели и ученые долго и настойчиво искали способы совершенного озвучания кино. В 1907 г. Ли де Форест открыл возможность усиления электрических колебаний посредством электронных ламп; тем самым был дан толчок развитию оптических методов записи и воспроизведения звука непосредственно со звуковой дорожки (фонограммы) на фильме в отличие от неоправдавшего себя в кино механического метода Эдисона.

Развитие оптического метода воспроизведения звука было бы неосуществимо без фотоэлемента — электрического прибора, обладающего свойством изменять сопротивление прохождению электрического тока в зависимости от величины падающего на него светового потока.

Это явление, получившее название фотоэффекта, послужило началом серии важнейших работ в этой области, выполненных русским ученым профессором Столетовым, основоположником современного учения о фотоэлектричестве.

Конструкция фотоэлемента подверглась большим усовершенствованиям, прежде чем ее удалось достаточно эффективно использовать в кино (первоначальные экземпляры фотоэлементов обладали весьма слабой чувствительностью к свету и создавали помехи).

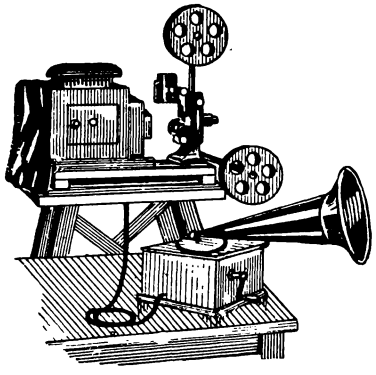


Рис. 13. Звуковая киноустановка с граммофонной записью звука

Развитие звукового кино в СССР пошло своими особыми путями. Советские ученые — профессор П. Г. Тагер (Москва) и профессор А. Ф. Шорин (Ленинград)—теоретически и практически решили вопрос оптической записи и воспроизведения звука в кино. В марте 1927 г. в Московском Государственном университете П. Г. Тагер демонстрировал установку так называемой «светотелефонии», доказав возможность преобразования звуковых колебаний в электрические, и наоборот. Первый звуковой кинотеатр по системе А. Ф. Шорина был открыт в Ленинграде в 1929 г.

Многие русские электротехники, физики, изобретатели, ученые и талантливые самоучки внесли свой ценный вклад в дело создания современного кинематографа.

Русский физик Василий Владимирович Петров в 1802 г. открыл явление светового и теплового действия электрического тока, впоследствии названное «вольтовой дугой». На гениальном открытии физика Петрова построены дуговые лампы мощных кинопроекторов.

Борис Семенович Якоби, русский академик, в 1837 г. изобрел первый в мире электродвигатель (мотор) постоянного тока.

Великий русский физик профессор Московского университета Александр Григорьевич Столетов в 1872 г. установил законы намагничивания железа, создав основу расчета для проектирования любых электрических устройств, основанных на принципе намагничивания: электродвигателей, трансформаторов, громкоговорителей и т. п.

Конструкторы электрических устройств всех стран мира пользуются открытием физика Столетова. Кроме того, одной из замечательнейших работ

профессора Столетова, как указывалось выше, является учение о фотоэлектричестве и фотоэлементе, положенное в основу создания современного звукового кино.

Электрическую лампочку накаливания изобрел в 1873 г. русский инженер Александр Николаевич Лодыгин. Лампочку Лодыгина показал Эдисону посетивший Америку русский морской офицер А. М. Хотинский. Через шесть лет после изобретения Эдисон усовершенствовал лампочку Лодыгина и сделал возможным ее повсеместное применение.

Необходимую принадлежность каждой современной киноустановки — трансформатор — изобрел в 1882 г. крестьянин Московской области, русский физик-самоучка Иван Филиппович Усагин.

Асинхронный электродвигатель переменного тока, приводящий в действие кинопроекционные аппараты и получивший широкое распространение во всех областях техники всех стран мира, изобретен в 1890 г. русским инженером Михаилом Осиповичем Доливо-Добровольским.

Радио — великое изобретение, которое послужило основой для создания и развития звукового кино, — принадлежит русскому инженеру-электротехнику Александру Степановичу Попову.

Катодная лампа, без которой немыслимо звуковое кино, создана независимо от иностранных ученых одним из основоположников советской радиотехники инженером Михаилом Александровичем Бонч-Бруевичем.

Немало других важных открытий и изобретений, без которых было бы невозможно современное кино, принадлежит русским ученым.

Пути развития кинотехники

Значительные успехи достигнуты в придании изображению на экране окраски, близкой по цвету к натуральной. Увеличивается выпуск цветных кинофильмов, совершенствуется их производственно-техническая база.

Успешно решается в нашей стране проблема безочкового стереоскопического кино.

Плоскостное изображение приобрело на экране новые качества — пространственность и объем.

Придание изображению на экране пространственности и глубины значительно увеличивает выразительность киноизображения. Рассматривая стереоскопический фильм на экране, зритель ощущает такую же пространственность изображения, какую он видит, рассматривая реальную действительность, а не плоскую картину.

Советский изобретатель С. П. Иванов разработал метод стереоскопической проекции на особый экран специально изготовленного фильма. Этот метод заключается в сложении двух одновременно демонстрируемых с одного проектора плоскостных изображений на экран особой конструкции, воспринимаемых раздельно правым и левым глазами, создающих впечатление одного объемного изображения.

Стереофильм отличается от обычного тем, что на пространстве одного кадра помещаются два несколько отличающихся друг от друга изображения (рис. 14).

Первый в мире стереокинотеатр был открыт в Москве в 1940 г.

Стереоскопические фильмы печатаются на кинопленке нормальной ширины (35 *мм*) и демонстрируются на стационарных кинопроекторах СКП-26 после некоторой переделки и приспособления для проицирования одновременно двух изображений на один экран.

В стереофильме между кадрами помещается по одному перфорационному отверстию с каждой стороны вместо четырех отверстий, располагаемых вдоль кадра. Фонограмма (звуковая дорожка) записывается посредине фильма между кадрами.

Наряду с совершенствованием безочкового метода разрабатываются и совершенствуются другие методы получения стереоскопического изображения на экране, и недалеко то время, когда стереокинотеатры получат в нашей стране широкое распространение.

Изобретательская мысль работает также и над стереозвуком. В естественных условиях мы обычно легко определяем направление источника звука. В концертном зале, даже закрыв глаза, можно безошибочно указать расположение исполнителей на эстраде. Происходит это потому, что человек воспринимает звук двумя ушами.

В кино, когда актер движется по экрану, определить направление этого движения по звуку невозможно, так как все звуки исходят из одной точки — громкоговорителя. Этот недостаток значительно снижает художественные качества восприятия фильма.

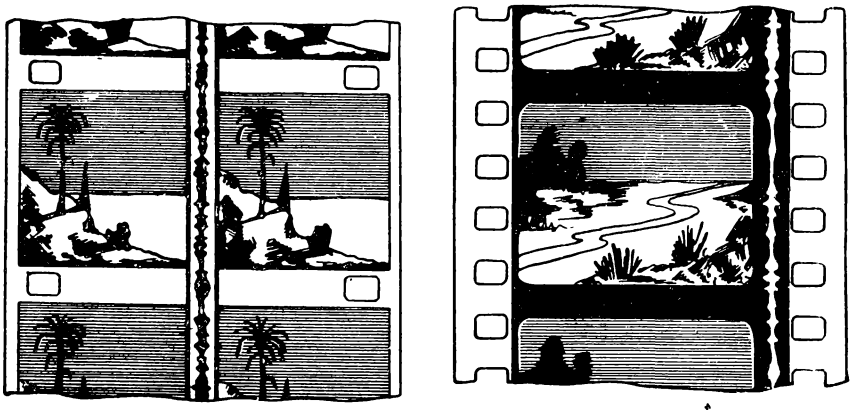


Рис. 14. Стереоскопический фильм
Справа для сравнения показан обыкновенный 35-*мм* фильм

Научно-исследовательская лаборатория студии «Союздетфильм» еще в 1941 г. закончила разработку и изготовление специальной аппаратуры для записи и воспроизведения стереоскопического звука по так называемой двухканальной системе. По этой системе на фильме записываются не одна, а две звуковые дорожки и воспроизведение ведется с двух отдельных фонограмм, звук от которых воспроизводится двумя разными громкоговорителями.

По методу стереофонии был записан джазовый ансамбль с певицей, которая передвигалась по сцене, и разговор трех лиц, менявших свое местоположение. При демонстрировании записи звука без изображения на экране слушатели безошибочно определяли местоположение актеров. Создавалось полное впечатление пространственного воспроизведения звука, почти не отличающегося от подлинных человеческих голосов.

Переход на стереофоническую запись и воспроизведение звука повысит естественность звучания на киноустановках и придаст звуку реалистичность, близкую к действительности.

Глава 2

КИНОСЪЕМКА, ЗАПИСЬ ЗВУКА И ПЕЧАТЬ ФИЛЬМОКОПИЙ

Киносъемка

Движущиеся объекты фотографируются киносъемочным аппаратом — камерой с механизмом для фиксирования на светочувствительной пленке чередующихся снимков.

Сущность киносъемки состоит в том, что движение расчленяется на отдельные моменты — фазы, которые фотографически фиксируются на пленке. Чтобы создать иллюзию беспрерывного движения, нужно сделать 16—30 снимков в секунду и с такой же скоростью проицировать изображение на экран.

В процессе съемки пленка прерывисто передвигается перед съемочным (экспозиционным) окном. Продолжительность съемки каждого отдельного момента в звуковом фильме — $^1/_{24}$ секунды, иначе говоря, съемка производится почти моментально.

Как только один момент движения снят, доступ света в съемочное окно перекрывается и пленка в темноте передвигается дальше. Перед съемочным окном останавливается новый участок незасвеченной пленки, происходит съемка следующей фазы движения, окно опять закрывается, пленка передвигается дальше и т. д. Таким образом пленка движется в аппарате не безостановочно, а прерывисто.

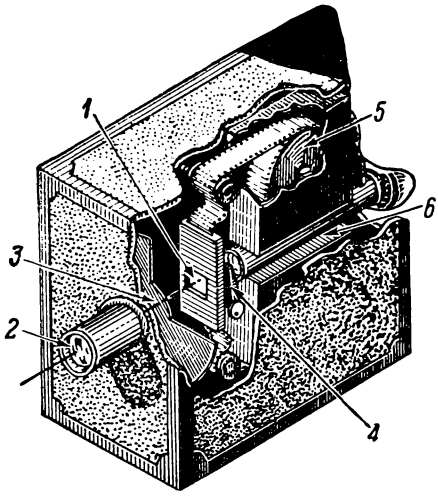


Рис. 15. Схема киносъемочного аппарата
1 — экспозиционное окно; *2* — объектив; *3* — обтюратор; *4* — грейфер; *5* — катушка неэкспонированной пленки; *6* — катушка экспонированной пленки

На рис. 15 изображена схема устройства киносъемочной камеры. Впереди экспозиционного (или съемочного) окна *1* расположен объектив *2*.

Для перекрытия окна в момент передвижения пленки и отделения кадров друг от друга в съемочном аппарате имеется затвор или обтюратор *3* — диск с вырезом в форме сектора, вращающийся так, что его глухая часть закрывает окно в момент передвижения пленки, а вырез проходит мимо окна в момент стояния пленки.

Прерывистое движение пленки в киносъемочных аппаратах осуществляет вилковый захват или грейфер *4*, который входит своими зубцами в противолежащие перфорационные отверстия пленки, передвигает ее вниз и затем, снова поднимаясь вверх, захватывает следующие отверстия. В каждой системе съемочного аппарата имеется лентопротяжный механизм, состоящий из одного или двух зубчатых барабанов, которые одновременно сматывают чистую (неэкспонированную) пленку с подающей катушки *5* и наматывают заснятую (или экспонированную) пленку на катушку *6*.

Механизм киносъемочного аппарата приводится в движение либо от руки посредством рукоятки, либо электромоторным приводом.

Заснятая кинопленка подвергается фотографической обработке: проявлению, промывке, фиксированию, сушке, после чего на ней получаются изображения отдельных фаз движения, называемые кадрами.

Изображения на заснятой пленке по почернению не соответствуют снятым объектам: на пленке получается обратное изображение, т. е. все светлое на снятом объекте выходит темным, а все темное, наоборот, — светлым. Такое обратное изображение называется негативом.

Оптическая запись звука в кинофильме

Быстрые колебательные движения воздуха, вызванные колебаниями какого-нибудь звучащего тела (звонка, струны, музыкального инструмента и т. д.), доходят до нашего уха и вызывают ощущение звука.

Чтобы записать этот звук на кинопленку, колебания воздуха, вызванные звучащим телом, направляются в микрофон *1* (рис. 16).

Назначение микрофона — преобразовать звуковые колебания воздуха в электрические колебания. На электродах микрофона появляется переменное электрическое напряжение, изменяющееся соответственно звукам, излучаемым перед микрофоном. От микрофона напряжение подводится к усилителю *2*. Усиленные напряжения поступают в так называемый модулятор света —лампу *3* (например, неоновую) * — прибор, преобра-

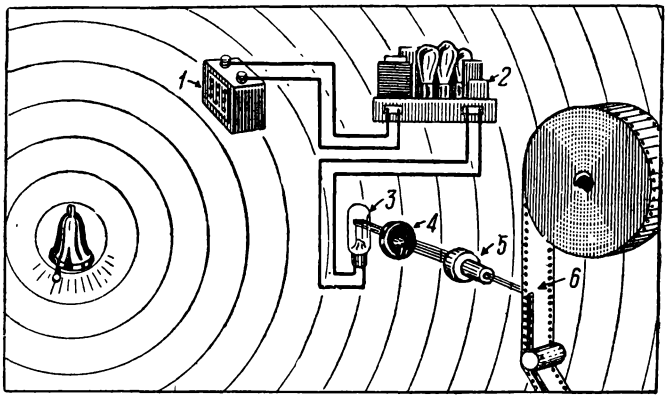


Рис. 16. Схема оптической записи звука

1 — микрофон; *2* — усилитель; *3* — модулятор света; *4* — механическая щель; *5* — микрообъектив; *6* — светочувствительная пленка (фонограмма на пленке появляется после фотообработки)

зовывающий электрические колебания в световые. Яркость свечения модулятора света изменяется в зависимости от изменений напряжения электрического тока, иначе говоря, она будет находиться в соответствии с изменениями звуковых колебаний, поступающих в микрофон и усиленных в усилителе.

* В современных звукозаписывающих аппаратах звукового кино в качестве светового модулятора применяются приборы с колеблющейся нитью, с зеркальцем в сильном магнитном поле (так называемый гальванометр).

Перед модулятором света помещается непрозрачная пластинка с прямоугольным вырезом *4* — механическая щель, через которую луч света направляется на светочувствительную пленку *6* специальным объективом *5* (микрообъективом) в виде узкой полоски—оптического штриха.

Транспортирующий механизм равномерно движет светочувствительную пленку мимо оптического штриха длиной 2,2 *мм* и шириной—0,01—0,02 *мм*.

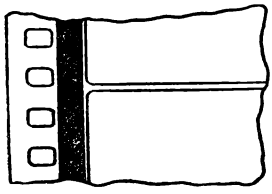


Рис. 17. Звуковая дорожка, засвеченная однородным немодулированным светом

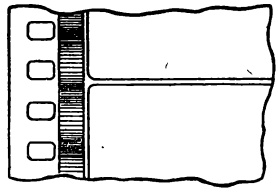


Рис. 18. Фонограмма переменной плотности (интенсивная)

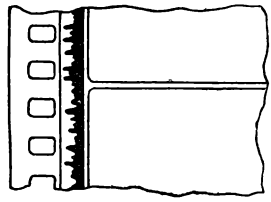


Рис. 19. Фонограмма переменной ширины (трансверсальная)

Если звуковые колебания не поступают в микрофон *1*, ток, поступающий в модулятор света *3*, будет постоянным; поэтому и яркость лампы будет постоянной. Освещенность механической щели *4* и, следовательно, оптического штриха также будет постоянной. После фотографической обработки на светочувствительной пленке получится полоска шириной 2,2 *мм*, имеющая одинаковое по всей длине почернение (рис. 17).

Если подавать в микрофон звуковые колебания, то в лампу будут поступать переменные электрические напряжения, т. е. яркость свечения лампы будет изменяться в зависимости от характера звука, излучаемого перед

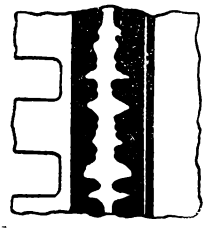


Рис. 20. Двухсторонняя трансверсальная фонограмма

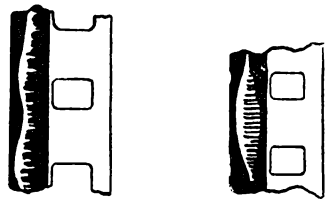


Рис. 21. Обесшумленная фонограмма с тихачом

микрофоном; будет также изменяться и освещенность светового штриха, падающего на светочувствительную пленку. После фотографической обработки на пленке получится полоска, имеющая различное почернение по длине.

Полоска с записью звука, идущая вдоль фильма, называется фонограммой.

Существуют два вида записи звука, а стало быть и два вида фонограмм: интенсивная и трансверсальная.

Запись переменной плотности или переменной интенсивности (тоновая запись) дает фонограмму переменной плотности, которая представляет собой параллельные друг другу тоненькие черточки постоян-

ной ширины и разной прозрачности, т. е. разной плотности почернения (рис. 18).

Трансверсальная (переменной ширины) фонограмма (рис. 19) состоит из поперечных зубчиков различной длины и одинаковой плотности.

В СССР наибольшее распространение получила трансверсальная фонограмма, состоящая из прозрачной и непрозрачной частей. В процессе работы фильмокопии на прозрачной части фонограммы появляются царапины и потертости, вызывающие при воспроизведении звука появление паразитного шума (помехи); поэтому прозрачную часть фонограммы целесообразно делать как можно меньшей.

На рис. 20 показана двухсторонняя трансверсальная фонограмма, а на рис. 21—фонограмма, полученная посредством специального обесшумливающего устройства — «тихача», сводящего прозрачную часть фонограммы до минимума.

Обычно в студиях киносъемка и запись звука ведутся раздельно на двух отдельных аппаратах, на двух разных пленках. Сначала снимается фильм без звука, а затем производится его озвучание, т. е. запись звука, соответствующего и совпадающего с содержанием фильма.

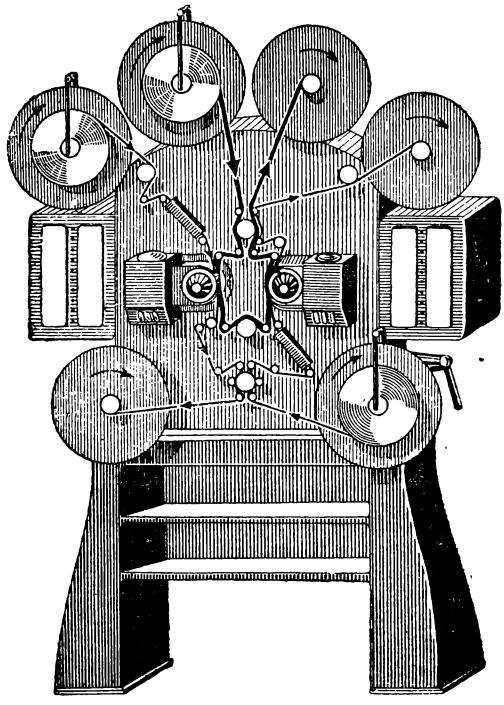


Рис. 22. Схема копировального аппарата для печати звуковых копий с двух негативов — изображения и фонограммы

Кроме того, часто применяются так называемые синхронные съемки, т. е. одновременная съемка и запись звука на съемочном и звукозаписывающем аппаратах. Для съемки хроникально-документальных фильмов применяется так называемая микст-камера, где изображение и звук фиксируются на одной пленке.

Фотографически обработанные пленки изображения и фонограммы называются негативами изображения и негативами фонограммы, с которых затем печатаются фильмокопии. Изображение и фонограмма впечатываются на одну и ту же пленку в копировальном аппарате, схематически показанном на рис. 22.

Печать фильмокопий

Изображение, соответствующее по почернению снятым объектам, называется позитивным, а фильм с позитивным изображением кадров называется фильмопозитивом или фильмокопией.

Фильмопозитив получается в процессе фотографической печати на копировальном аппарате. К эмульсионной стороне негатива плотно при-

жимается светочувствительным слоем неэкспонированная кинопленка и производится засвечивание со стороны негатива источником света. Свет, падающий на негатив, в прозрачных местах проходит на светочувствительную пленку, а в темных местах не проходит, т. е. пленка засвечивается только в прозрачных местах и не засвечивается в темных (рис. 23).

После того как пленка фотографически обработана, на пленке, засвеченной через негатив, получаются кадры с позитивным изображением.

Так как негатив не может выдержать печати большого количества фильмокопий (по причине технического износа в результате многократного прохождения в копировальном аппарате), массовая печать производится не с негатива, а с так называемого контратипа или дубль негатива. С негатива печатается сначала одна или несколько промежуточных или лавандовых копий, с которых затем изготовляется несколько контратипов для последующей массовой печати фильмокопий.

Цветное кино

Существуют два метода изготовления цветных фильмов: двухцветка и трехцветка.

Для изготовления двухцветных фильмов применяется особая негативная и позитивная пленка («бипак»). Съемка производится специальным съемочным аппаратом одновременно на две пленки, сложенные вместе эмульсией к эмульсии. Благодаря применению светофильтров получаются два цветных негатива: один сине-зеленый, другой красно-оранжевый.

Двухцветный фильмопозитив изготовляется специальным копировальным аппаратом. Оба цветоделенных негатива печатаются на позитивную пленку, имеющую эмульсионные слои с обеих сторон основы. Изображения каждой стороны окрашиваются в разные цвета.

В результате сложения обоих цветов, если рассматривать такой позитив на просвет, получается цветной позитив, приближающийся по окраске к снятому объекту.

Существует несколько методов съемки трехцветных фильмов. В одном из них съемка производится одновременно на трех пленках одним киносъемочным аппаратом: две пленки снимаются по способу двухцветки, описанному выше; к ним прибавляется третья пленка, на которую посредством оптического устройства направляется часть лучей, идущих от снимаемого объекта. На первой пленке получается сине-фиолетовое изображение, на второй — оранжево-красное, на третьей — зеленое.

На рис. 24 показана схема цветной съемки на три пленки. Световой пучок, прошедший через объектив *1*, посредством призм и зеркал частично поступает в экспозиционное окно *2*, через которое проходит негативная пленка *3*; частично световой пучок отразится от поверхности *4* и попадет в экспозиционное окно с двумя пленками *5* и *6*. Каждая пленка окрашена в цвет, наиболее чувствительный к лучам определенного цвета и нечувствительный к другим цветам.

Посредством светофильтров (цветных стекол или цветных красителей) на светочувствительный слой каждой пленки направляются лучи одного определенного цвета.

После проявления получаются три цветных негатива: зеленый, сине-фиолетовый и оранжево-красный. На каждом негативе зафиксированы отдельные детали, соответствующие окраске деталей снятых объектов.

С этих трех негативов изготовляются м а т р и ц ы, т. е. углубленные рельефные изображения (клише).

По этому способу фильмокопии печатаются так называемым г и д р о т и п н ы м с п о с о б о м: на пленку с чистым желатиновым слоем наносится (последовательно с каждой матрицы, одно на другое) три изображения, окрашенные в разные цвета, образующие в сумме цветной позитив.

Гидротипный способ изготовления цветных фильмов в настоящее время в СССР не применяется; на смену ему пришел другой, более совершенный трехцветный способ, нашедший значительное развитие в совет-

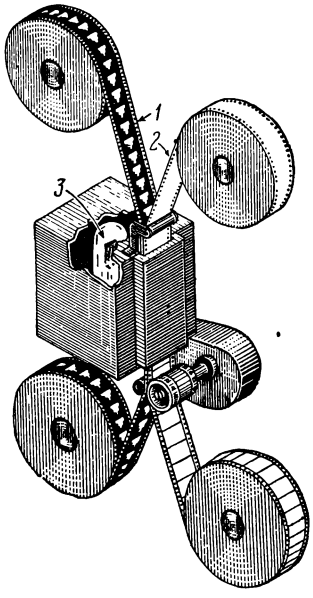


Рис. 23. Схема копировального аппарата
1—негатив; *2*—кинопленка; *3* — источник света

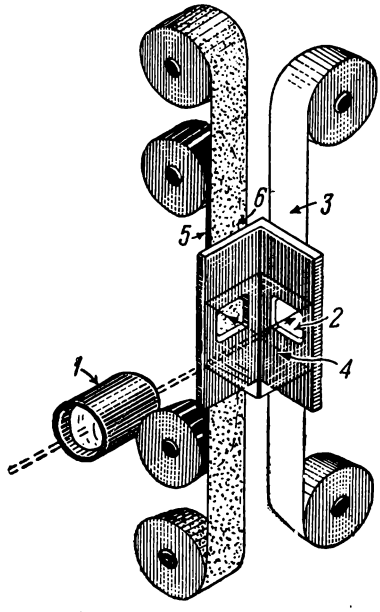


Рис. 24. Схема цветной съемки на три пленки
1 — объектив; *2* — экспозиционное окно; *3* — негативная пленка; *4* — призма; *5* и *6* — негативные пленки

ской кинематографии, основанный на применении специальной м н о г о с л о й н о й п л е н к и.

В этом случае фильм снимается обычной киносъемочной камерой, применяемой в черно-белом кино. На целлулоидную основу многослойной пленки наносится не один, а несколько слоев, в данном случае три, каждый из которых чувствителен к определенным цветам (красному, синему, желтому).

Помимо светочувствительных слоев имеются промежуточные фильтровые слои, которые, вымываясь в процессе проявки пленки, окрашивают в определенные цвета соответствующие светочувствительные слои.

На многослойной цветной пленке сняты фильмы «Сказание о земле Сибирской», «Каменный цветок», «1-е мая 1946 года» и ряд других.

Глава 3

КИНОПРОЕКЦИЯ И ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Схема звуковой кинопроекции

Аппарат, предназначенный для проекции кадров фильма на экран и воспроизведения звука с фонограммы, называется звуковым кинопроектором. Процесс проицирования изображения на экран и воспроизведения звука показан на рис. 25. Из верхней подающей кассеты фильм вытягивается зубчатым барабаном *1*, после чего поступает в фильмовый канал *2*, в котором имеется кадровое окно *3*. При помощи конденсорных линз *20*, рефлектора *21* и плоского зеркала в кадровое окно направляется пучок света от лампы *4*, просвечивающий фильм и через объектив *5* отбрасывающий (в увеличенном и перевернутом виде) изображение кадра на экран *6*.

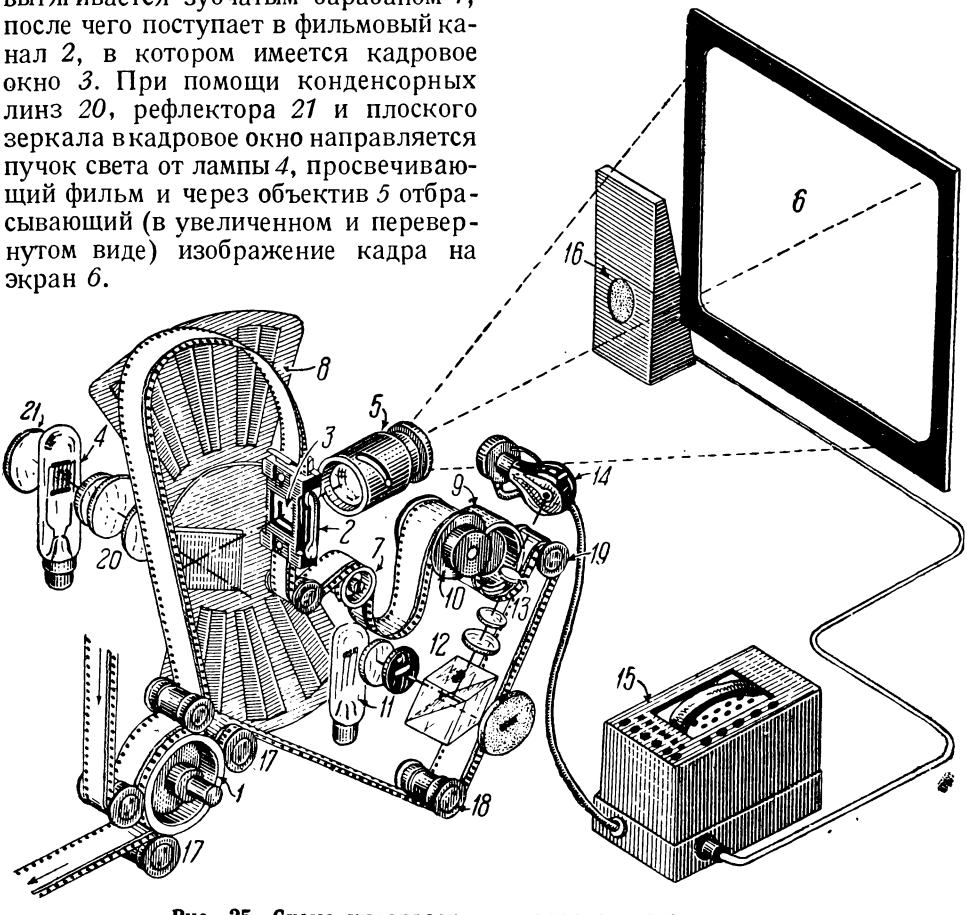


Рис. 25. Схема кинопроекции и воспроизведения звука

1 — зубчатый барабан; *2* — фильмовый канал; *3* — кадровое окно; *4* — источник света; *5* — объектив; *6* — экран; *7* — скачковый барабан; *8* — обтюратор; *9* — звуковой барабан; *10* — ролик; *11* — звуковая лампа; *12* — звуковая оптика; *13* — линза фотоэлемента; *14*—фотоэлемент; *15*—усилитель; *16*—громкоговоритель; *17,18,19*—направляющие ролики; *20* — конденсорные линзы; *21* — рефлектор

Из фильмового канала фильм вытягивается зубчатым скачковым барабаном *7*, связанным с механизмом, сообщающим ему прерывистое (скачкообразное) движение. Скачковый барабан вытягивает

фильм на один кадр, затем останавливается, опять вытягивает, опять останавливается и т. д. В момент движения фильма световой пучок, направленный в кадровое окно, перекрывается обтюратором *8*.

После скачкового барабана фильм переходит в звуковую часть проектора, где должен передвигаться со строго равномерной скоростью. Между скачковым и звуковым барабаном *9* образована свободная петля фильма и установлен ролик *10*, прижимающий фильм к звуковому барабану.

Звуковой барабан сидит на одном валу с тяжелым маховиком, выравнивающим неравномерности движения и называемым фильтром или стабилизатором скорости. Звуковой барабан несколько уже фильма, поэтому фонограмма фильма выходит за край барабана.

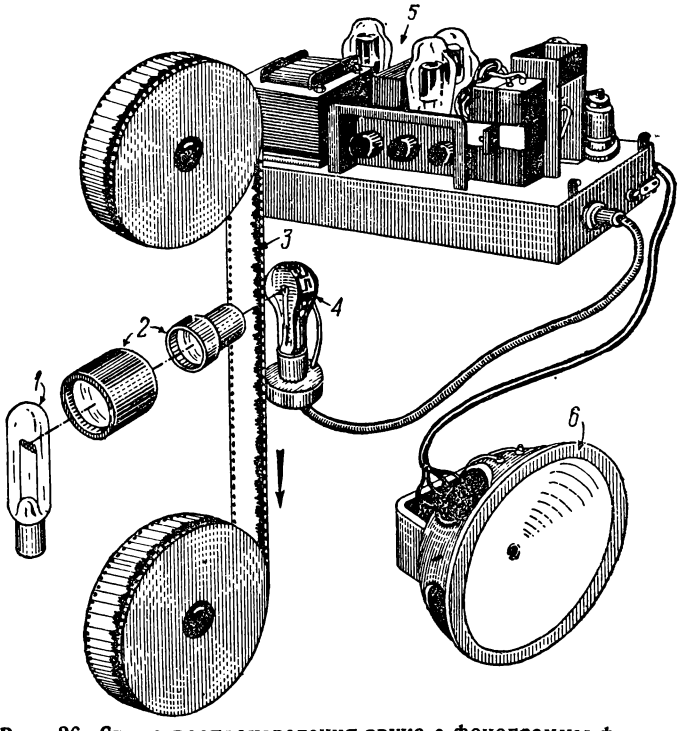


Рис. 26. Схема воспроизведения звука с фонограммы фильма
1 — звуковая лампа; *2* — звуковая оптика; *3* — фонограмма фильма; *4*—фотоэлемент; *5*—усилитель; *6*—громкоговоритель

В свешивающийся участок фильма с фонограммой направляется луч света от звуковой лампы *11* через звуковую оптику *12*, создающую на фонограмме узкий световой штрих. Просветив фонограмму, световой штрих проходит линзу *13* и поступает в фотоэлемент *14*. В фотоэлементе световые колебания преобразуются в слабые электрические фототоки. Последние поступают через фотошланг в усилитель *15*, где усиливаются в миллионы раз и подводятся к громкоговорителю *16*. В громкоговорителе электрические колебания преобразовываются в звуковые колебания.

После звукового барабана фильм проходит по роликам *19*, *18*, *17*, по зубчатому барабану *1* и наматывается на диск нижней кассеты.

На рис. 26 показано отдельно взаимодействие элементов звуковоспроизводящего устройства киноаппарата.

Изображение в фильме смещено относительно звука на 20 кадров. Скорость движения фильма в звуковом проекторе составляет 24 кадра в секунду. Обе эти величины приняты в качестве международного стандарта. Международными стандартами устанавливаются также основные размеры кинопленки, размеры и расположение изображения и фонограммы на фильме. Вследствие этого советские кинофильмы могут демонстрироваться на заграничных установках, и заграничные кинофильмы — на киноустановках Советского Союза.

Субтитры и дубляж

Чтобы звуковые фильмы, разговор в которых записан на иностранном языке, не понятном данным зрителям, были ими все же поняты, в кадры с изображением впечатываются надписи — с у б т и т р ы, содержащие краткий перевод разговоров и надписей в фильме.

Каждый субтитр сначала пишется или печатается типографским способом отдельно на бумаге, затем снимается киносъемочным аппаратом на кинопленку. После фотообработки получается негатив субтитров (на прозрачном фоне черные надписи). Негатив субтитров закладывается в копировальный аппарат между негативом изображения фильма и пленкой, на которую печатается фильмокопия. Ссле этого производится печать (засвечивание); в результате на изображении (обычно внизу) получаются прозрачные надписи на темном фоне. Кроме фотографического способа, применяется также субтитрование посредством специальной машины, наносящей надписи литой горячей матрицей (типографский набор, отлитый в виде пластинки) непосредственно на эмульсионный слой фильмопозитива.

Большинство лучших кинофильмов советского производства выпускается с субтитрами на языках народов СССР. Советские кинофильмы с субтитрами широко распространены на экранах всех стран мира.

Часто меняющиеся субтитры отвлекают зрителя от происходящего на экране. Более совершенным методом донесения до зрителей диалогов (разговоров), записанных в фильме на непонятном языке, является замена в данном фильме фонограммы новой, содержащей перевод на язык, понятный зрителям. Создание новой фонограммы к существующему фильму на другом языке называется д у б л я ж е м.

Дубляж фильма — большая и очень сложная работа, так как при записи новой фонограммы стремятся точно воспроизвести голоса, интонации и все характерные особенности фильма, с которого делается перевод. Кроме того перевод должен быть не только точным по смыслу и содержанию, но необходимо еще подобрать такие слова, чтобы движения рта и губ (артикуляция) говорящих с экрана актеров по возможности совпадали с произносимыми новыми словами на другом языке.

Новая фонограмма печатается совместно (синхронно) с изображением; в результате выходит фильм с прежним изображением, но с новой записью разговоров на другом языке.

В нашей многонациональной стране, с населением, говорящим на десятках разных языков, дубляж фильмов имеет огромное значение. Так, например, фильм «Чапаев» дублировался на 32 языках народов СССР; кроме того, он дублировался за границей на английский, французский, испанский, китайский и другие языки. На все языки народов СССР дублировались фильмы «Клятва», «Ленин в Октябре», «Ленин в 1918 году» и др. Лучшие фильмы, снятые на языках народов СССР, дублируются на русский язык.

Глава 4

КЛАССИФИКАЦИЯ КИНОАППАРАТУРЫ И ОБОРУДОВАНИЯ

Стационарная проекционная аппаратура

Кинотеатры, клубы, дома культуры, аудитории, в которых постоянно демонстрируются кинофильмы, считаются стационарными киноустановками. На них, как правило, устанавливается аппаратура стационарного типа.

Фильм обычно состоит из нескольких частей, свернутых в рулоны, длиной каждой части до 300 *м*. Для беспрерывного показа фильмов стационарные киноустановки в большинстве случаев оборудуются двумя проекционными аппаратами, работающими поочередно: на одном демонстрируется часть фильма, а другой в это время подготовляется к демонстрированию следующей части. В момент окончания части первый аппарат останавливается, и в работу вступает второй; тем временем первый готовится к демонстрированию следующей части и т. д.

На случай поломки, порчи или ремонта одного из аппаратов на некоторых киноустановках устанавливается третий — резервный — проектор.

В зависимости от количества проекторов киноустановки именуются однопостными, двухпостными или трехпостными.

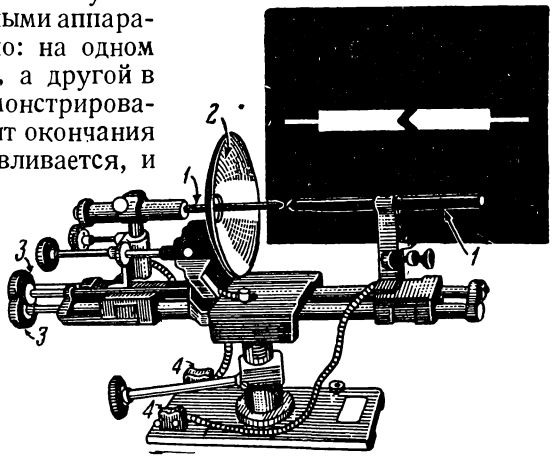


Рис. 27. Лампа стационарного кинопроектора ТОМП-4 с дуговой лампой

1,1 — киноугли; *2* — зеркальный отражатель; *3,3* — ручки для регулирования света; *4,4* — контакты для подключения электрического тока

Стационарные аппараты обладают мощными источниками света (преимущественно — вольтовой дугой, рис. 27), имеют значительные размеры и большой вес. К стационарному проектору предъявляются повышенные требования в отношении качества проекции, сохранности фильмов, надежности в работе и срока службы. Стационарная проекционная аппаратура устанавливается в изолированном помещении — кинопроекционной аппаратной — и закрепляется прочно на фундаменте.

В киносети СССР распространены три типа стационарных аппаратов: проектор ТОМП-4 и проектор СКП-26 (КЗС-22).

Проектор ТОМП-4 (рис. 28). Производство Ленинградского завода ГОМЗ — один из первых стационарных аппаратов советских систем, выпускался в период 1927—1938 гг. Вначале ТОМП-4 использовался для демонстрирования немых кинофильмов; с внедрением звукового кино к нему были приспособлены специальные звуковые приставки (звукоблоки) для демонстрирования звуковых фильмов. Аппарат ТОМП-4 со звукоблоком — пока довольно распространенный стационарный проектор в киносети СССР, хотя на городских крупных установках он постепенно заменяется аппаратом СКП-26. Источником света служит вольтова дуга (Петрова).

Проектор СКП-26 (КЗС-22) (рис. 29). Производство Ленинградского завода ГОМЗ. Выпуск начат в 1938 г. и продолжается до настоящего времени. СКП-26—устройство, конструктивно объединяющее проекционный и звуковой механизмы и рассчитанное на обслуживание зрительных зал, вмещающих 700—800 зрителей. До 1944 г. проектор выпускался под маркой КЗС-22. В настоящее время этому проектору присвоена марка СКП-26. Источником света служит вольтова дуга (Петрова).

В настоящее время заводом ГОМЗ освоен новый тип стационарного проектора — СКП-27 — с мощным источником света — дугой интенсивного горения. Аппарат рассчитан на крупные кинотеатры вместимостью 1000 мест и больше.

Передвижная проекционная аппаратура

Передвижная проекционная аппаратура предназначена для обслуживания зрителей в условиях отсутствия помещений, специально приспособленных для кинопоказа. Конструкция кинопередвижки рассчитана на быстрое развертывание в любых условиях (в помещении или под открытым небом) и быстрое свертывание после окончания киносеанса для подготовки к переброске на новое место.

Передвижная аппаратура соответствует следующим требованиям:

а) занимает мало места и имеет (по сравнению со стационарной) небольшой вес;

б) конструкция аппарата проста и удобна для быстрой установки, свертывания и транспортировки;

в) обслуживание передвижки сравнительно несложно;

г) передвижка обеспечивает условия повышенной пожарной безопасности.

Этим требованиям вполне отвечает кинопередвижка типа «Гекорд» (К-25).

Звуковая передвижка, укомплектованная автомашиной, специально приспособленной для транспортировки комплекта передвижки, носит название автозвукопередвижки.

В зимнее время, когда большие снегопады, гололедица и бездорожье затрудняют проходимость автомашины, звуковая кинопередвижка транспортируется на санях; в этом случае она носит название гужепередвижки звукового кино.

Кинопроектор типа «Гекорд» К-25 (рис. 30). Выпуск начат Ленинградским заводом ГОМЗ в 1935 г. Проектор получил широкое распространение в киносети СССР, особенно в сельской. Кинопередвижка «Гекорд» рассчитана на демонстрирование звуковых 35-*мм* фильмов и может обслуживать зрительные залы вместимостью до 100 человек при условии соблюдения киномехаником установленных правил общей и пожарной безопасности.

Комплект кинопередвижки «Гекорд» состоит из четырех мест: проектора, усилителя с громкоговорителем, чемодана с принадлежностями (кассетницы), автотрансформатора и штатива (рис. 31).

Кинопередвижка «Гекорд» может работать от местной электросети переменного тока 110—127 вольт. В случае отсутствия электроэнергии на месте в комплект кинопередвижки включается передвижная электростанция.

В период войны Беловский завод Кинап выпускал кинопроекторы К-27, К-28 и К-29, конструктивно мало отличающиеся от К-25.

В последней модели кинопередвижки К-101 существенно изменена светооптическая часть кинопроектора: за счет применения новой конструкции проекционной лампы и некоторого изменения проекционной

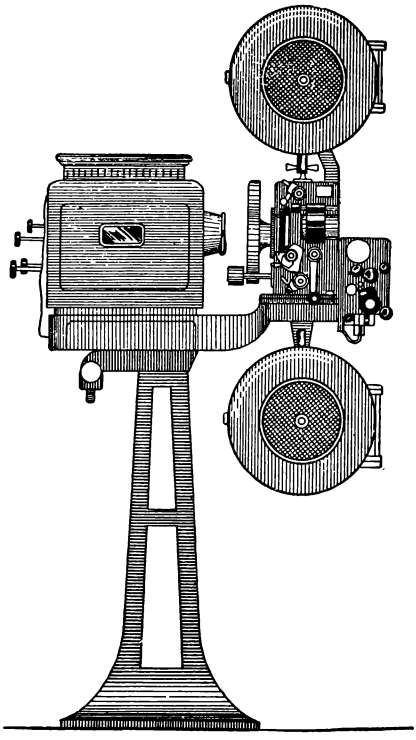


Рис. 28. Кинопроектор ТОМП-4

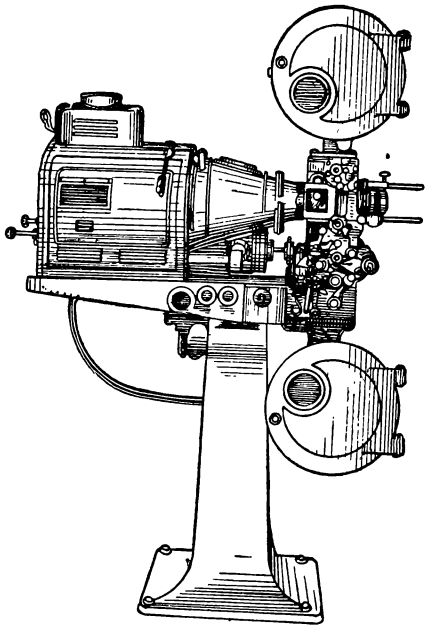


Рис. 29. Кинопроектор СКП-26 (КЗС-22)

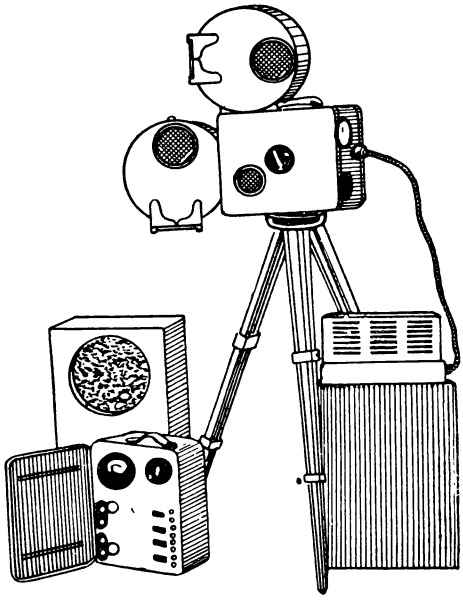


Рис. 30. Кинопроектор «Гекорд» (К-25) с усилителем, громкоговорителем, автотрансформатором и кассетницей

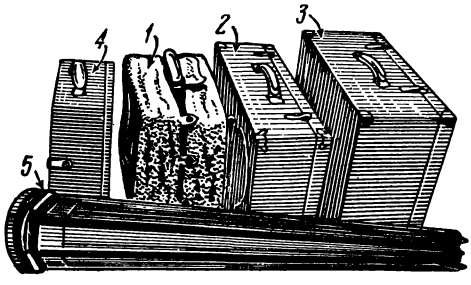


Рис. 31. Комплект кинопередвижки «Гекорд»

1 — проектор; *2* — усилитель с громкоговорителем; *3* — кассетница; *4* — автотрансформатор; *5* — штатив

оптики достигнуто увеличение света почти в пять раз по сравнению с проектором К-25; некоторые конструктивные улучшения внесены также в звукоблок.

Беловский завод Кинап выпускал модернизированную кинопередвижку К-25 под маркой К-35. Конструкция К-35 улучшена по сравнению со всеми остальными передвижками этого типа; однако светооптическая часть не изменена, вследствие чего световой поток меньше, чем у проектора К-101. Кинопередвижке К-35 с новой лампой и улучшенной светооптической системой присвоено наименование К-301.

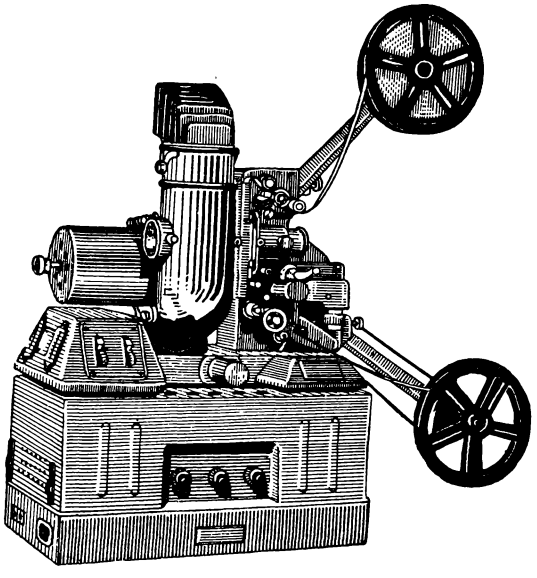


Рис. 32. Звуковой узкопленочный кинопроектор 16-ЗП с усилителем ПУ-12

Наиболее усовершенствованной передвижкой типа К является аппарат К-102, который обеспечивает высокое качество кинопоказа при минимальном износе фильма.

Звуковой узкопленочный кинопроектор 16-ЗП (рис. 32). Развитие передвижных киноустановок для работы в помещениях, рассчитанных на 150-200 зрителей, в ближайшие годы пойдет главным образом по линии узкопленочной кинематографии.

В отличие от широкопленочного 35-*мм* кинофильма, выпускаемого на целлулоидной основе, опасной в пожарном отношении, узкий 16-*мм* фильм выпускается на ацетилцеллюлозной или ацетатной основе, безопасной в смысле возгорания. Узкий фильм в 2,5 раза легче по весу и во столько же раз меньше по объему такого же фильма на широкой пленке.

Благодаря применению уменьшенной ширины фильма (16 *мм* вместо 35 *мм*) размеры и вес узкопленочного проектора 16-ЗП значительно меньше и легче широкопленочного проектора.

Комплект звукового узкопленочного кинопроектора состоит из трех мест: а) проектора, б) усилителя, в) громкоговорителя с соединительными проводами и запасной бобиной.

Установка предназначена для питания от местной электросети переменного тока 110—127 вольт. В случае отсутствия электроэнергии киноустановка комплектуется передвижной электростанцией.

Немой широкопленочный кинопроектор ГОЗ (рис. 33). Начало выпуска немых передвижных широкопленочных киноаппаратов ГОЗ на заводе ГОМЗ относится к 1923 г. В 1936 г. эти аппараты были сняты с производства.

Немая широкопленочная киноустановка с проектором ГОЗ помещается в двух ящиках: в одном находится проектор со всеми принадлежностями, а в другом — ручная динамомашина (д и н а м о п р и в о д) для питания проекционной лампочки киноустановки электроэнергией.

Вес проектора — 15,5 *кг*; вес динамопривода — 10 *кг*.

Кинопередвижка может обслуживать одновременно до 100 зрителей.

Для обслуживания передвижки необходимы два человека, из которых один вручную вращает кинопроектор, а другой приводит в действие динамопривод, подающий ток на проекционную лампу.

Кинопередвижка ГОЗ легка по весу, проста конструктивно, выносliва и несложна в обслуживании.

Немой узкопленочный кинопроектор УП-2 (рис. 34). Аппарат предназначен для работы с негорючей (а ц е т а т н о й) пленкой шириной 16 *мм*, имеющей

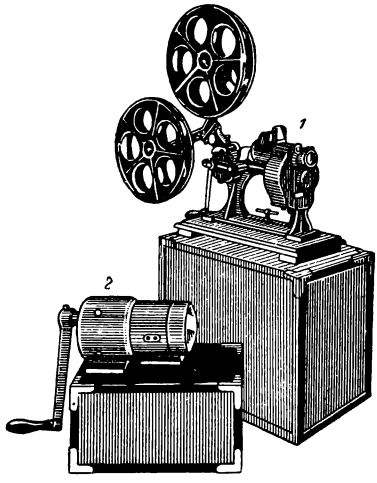


Рис. 33. Немая кинопередвижка ГОЗ
1—кинопроектор; *2*—динамопривод

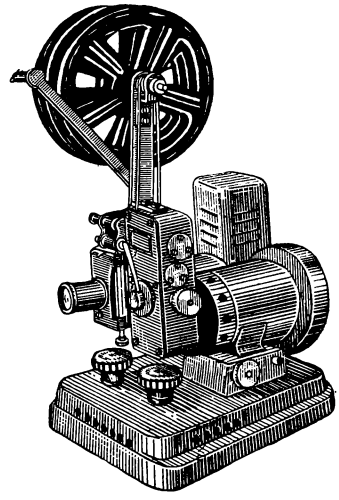


Рис. 34. Немой узкопленочный кинопроектор УП-2

двухстороннюю перфорацию. Выпускался Одесским заводом Кинап. Используется преимущественно в школах для демонстрирования учебно-школьных фильмов. Работает от сети переменного тока 110—127 вольт. Потребляемая мощность 340 ватт. Проекционная лампа (мощностью 300 ватт) может с достаточной освещенностью покрыть экран шириной 2 *м*. Аппарат допускает остановку кадра для неподвижной проекции, пропускает фильм в обратном направлении для обратной проекции и приспособлен для перемотки фильма непосредственно на аппарате. Общий вес аппарата около 7 *кг*.

Усилители стационарные

Звуковая кинопроекционная аппаратура комплектуется усилительными и громкоговорящими устройствами соответствующей мощности и конструкции.

Стационарная звуковая аппаратура СКП-26 (КЗС-22) и ТОМП-4 комплектуется усилителями и громкоговорителями стационарного типа.

Усилитель УСУ-9 (рис. 35). Мощность 9 ватт, приспособлен для установки на столе или на полке - стеллаже; может быть использован в зрительном зале, вмещающем до 300 человек. Комплектуется громкоговорителями типа ГДД-3. Конструкция устарела и постепенно заменяется новыми современными усилителями.

Усилитель УСУ-3 (рис. 36). Мощность 9 ватт, улучшенная конструкция усилителя УСУ-9. Может нормально обслуживать зрительный зал, вмещающий до 400 человек. Комплектуется громкоговорителями ГДД-8.

Усилитель УСУ-5 (рис. 37). Конструктивно отличается от усилителей УСУ-9 и УСУ-3. Первые два типа усилителей приспособлены для настольной

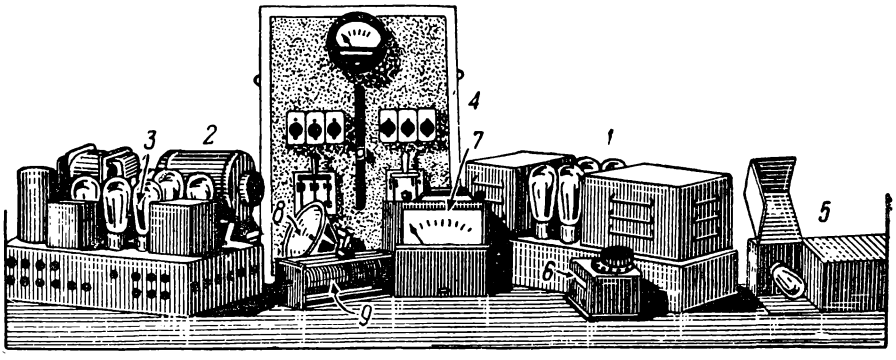


Рис. 35. Комплект усилительного устройства УСУ-9

1 — выпрямитель ВЗК-9; *2* — мотор-генератор МГ-1; *3* — усилитель УЗК-9; *4* — щиток ЩЗК-1; *5* — фотокаскад ФЗК-9; *6* — регулятор громкости РГ; *7* — электроизмерительный прибор ПИП; *8* — громкоговоритель ГДД-3; *9* — реостат

установки, а УСУ-5 — усилитель настенный. Мощность его 15 ватт. Может быть использован в зрительном зале, вмещающем 500-600 человек. Комплектуется двумя громкоговорителями ГРА-1 или ГРА-2.

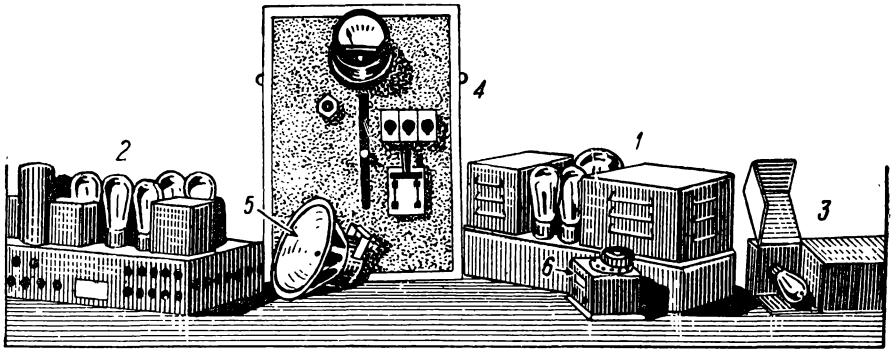


Рис. 36. Комплект усилительного устройства УСУ-3

1 — выпрямитель; *2* — усилитель; *3* — фотокаскад; *4* — щиток; *5* — громкоговоритель; *6* — регулятор громкости

Усилитель УСУ-8 (рис. 38). Оформлен в виде шкафа настенной конструкции. Мощность 20 ватт. Может обслуживать зрительный зал, вмещающий 600-700 человек. Комплектуется двумя громкоговорителями ГРА-2м.

Усилители УСУ-45 и УСУ-46 (рис. 39). Оформлены в виде двух отдельных настенных шкафов: блок электропитания с выпрямителем и усилитель. Мощность 20 ватт. Комплектуется громкоговорителями ГРА-2м. Пока— лучшее усилительное устройство для звукового кино; в нем использованы последние достижения усилительной техники.

СТАЦИОНАРНЫЕ УСИЛИТЕЛИ НАСТЕННОГО ТИПА (УСУ-5, УСУ-8 и УСУ-45)

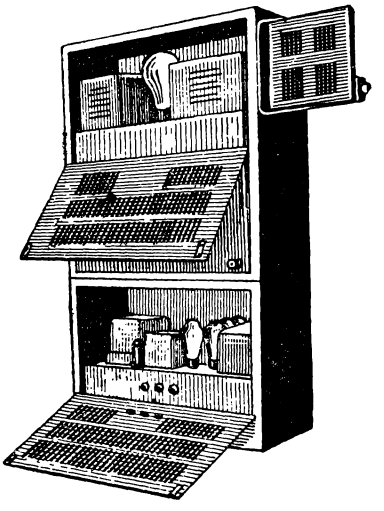


Рис. 37. Усилитель УСУ-5

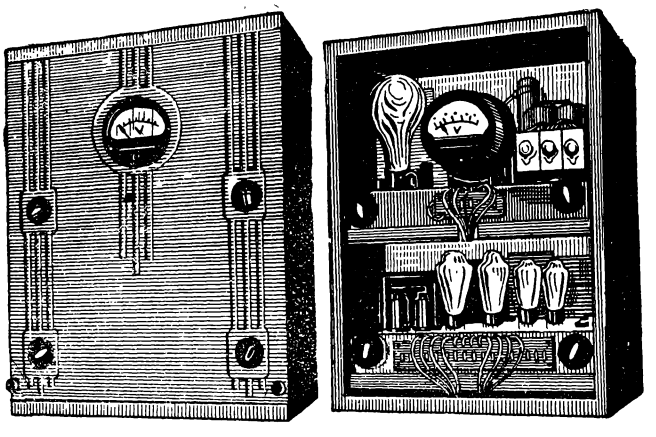


Рис. 38. Усилитель УСУ-8

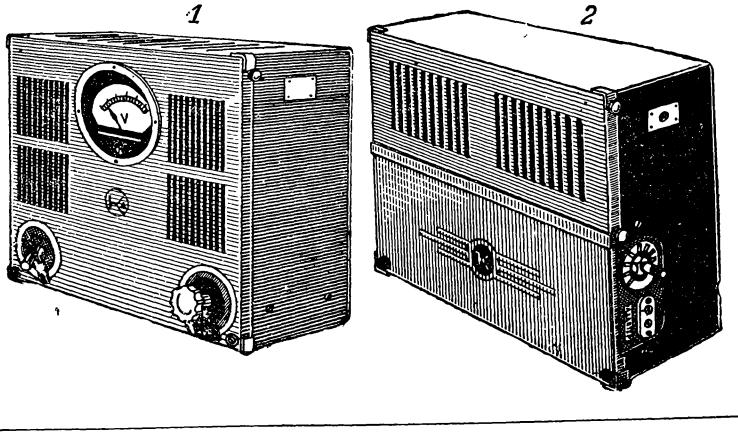


Рис. 39. Усилитель УСУ-45
1 — блок электропитания;
2 — усилитель

В настоящее время подготовлены к производству мощные двухканальные усилительные комплекты с двухзвенными громкоговорителями для крупных кинотеатров ТУ-40 и ТУ-20 мощностью в 40 и 20 ватт, разработанные Научно-исследовательским институтом кинематографии в Москве. По своим качественным показателям они являются лучшими в мире.

Усилители передвижные

Передвижные звуковые киноустановки комплектуются усилительными и громкоговорящими устройствами передвижного типа соответствующей мощности.

Кинопроекторы типа К-25 комплектуются главным образом усилительными устройствами УК-25, УКМ-25, ПУ-13, ПУ-155, ПУ-156.

Усилитель УК-25 (рис. 40). Выпускался Ленинградским заводом им. Казицкого в 1935 г. Мощность 2,5 ватта. Может обслуживать зрительный зал, вмещающий до 100 человек. Комплектуется громкоговорителем ДК-25.

Усилитель УКМ-25 (рис. 41). Выпускался Ленинградским заводом им. Казицкого; более усовершенствованная модель сравнительно с УК-25. Мощность 4 ватта. Может обслуживать зрительный зал, вмещающий до 150 человек. Комплектуется громкоговорителем ДКМ-25.

Усилитель ПУ-13 (рис. 42). До войны выпускался Ленинградским заводом Кинап; в военное время выпускался Самаркандским заводом Кинап. Мощность 6 ватт. Может обслужить зрительный зал, вмещающий до 200 человек. Комплектуется громкоговорителем ДАТ-4.

Усилитель ПУ-155, ПУ-156 (рис. 43). Выпускается Самаркандским заводом Кинап. Работает в комплекте с кинопроекторами К-25, К-101 и К-35. По мощности не отличается от усилителя ПУ-13, но по качеству значительно лучше его. Работает на новых электронных лампах; по размерам и весу значительно меньше усилителя ПУ-13.

Усилитель ПУ-12, ПУ-12М и ПУ-46. Звуковой узкопленочный аппарат 16-ЗП комплектуется усилительными устройствами ПУ-12, ПУ-12М и ПУ-46. Усилитель служит подставкой для проектора (см. рис. 32). Фотоэлемент установлен внутри усилителя. Через отверстие в кожухе усилителя пучок света звуковой лампы кинопроектора, пропущенный через фонограмму фильма, попадает через оптическую систему линз и зеркал на фотоэлемент, находящийся в усилителе, установленном под проектором.

Электросиловое оборудование передвижных киноустановок

Автотрансформатор КАТ-7, КАТ-7а, КАТ-9, КАТ-11, КАТ-30 (рис. 44). Киноустановка может нормально работать, если питающий ее электрический ток будет без резких колебаний напряжения и определенной величины, на которую рассчитана электрическая аппаратура. Рабочее напряжение передвижных киноустановок составляет обычно 110 вольт переменного тока. Если установку включить в электрическую сеть 220 вольт, перегорят лампы накаливания, обмотки мотора проектора, радиолампы, трансформаторы и другие детали усилительного устройства. Киноустановка, включенная в электросеть, напряжение которой меньше 110 вольт, не сможет нормально работать. Для поддержания постоянства и определенной величины напряжения, подводимого к кинопроектору и усилителю, ток от

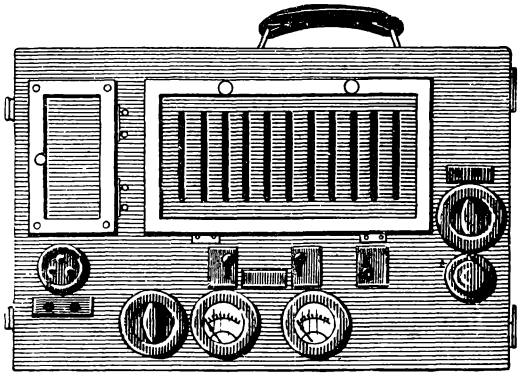


Рис. 40. Усилитель УК-25

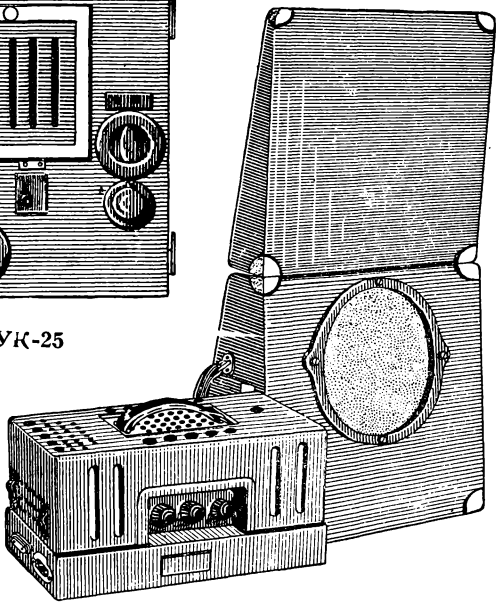


Рис. 42. Усилитель ПУ-13 с громкоговорителем ДАТ-4

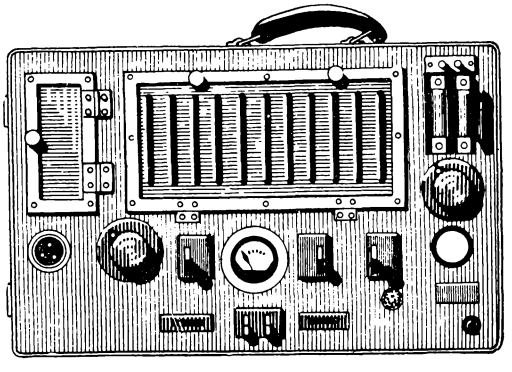


Рис. 41. Усилитель УКМ-25

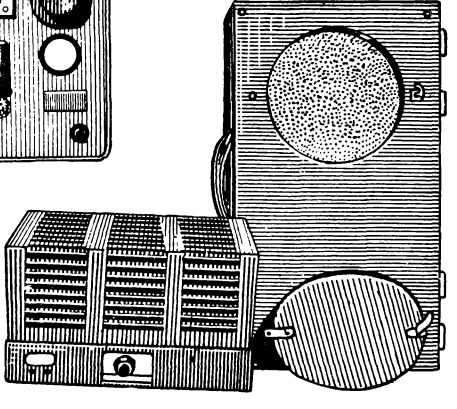


Рис. 43. Усилитель ПУ-155 — ПУ-156 с громкоговорителем ГДД-155

электросети подается через автотрансформатор (КАТ-7, КАТ-7а, КАТ-9, КАТ-11, КАТ-30), который поддерживает нужное напряжение.

Вольткомпенсационный трансформатор ВКТ-20. Если киноустановка получает питание от передвижной электрической станции, то на проектор и усилитель ток подается через вольткомпенсационный трансформатор ВКТ-20 (рис. 45).

По окончании части фильма, во время перерыва для зарядки в аппарат новой части проекционную лампу и мотор приходится выключать, сокращая нагрузку электростанции; облегченный двигатель развивает большее число оборотов. Увеличение числа оборотов генератора электростанции, приводимого в движение двигателем, влечет за собой повышение напряжения, подаваемого на усилитель, что приводит к аварии: перегорают радиолампы, обмотки трансформаторов и других деталей. Включение киноустановки через ВКТ-20 устраняет эту опасность, так как вольткомпенсационный трансформатор принимает на себя колебания нагрузки, и для электростанции нагрузка сохраняется сравнительно постоянной.

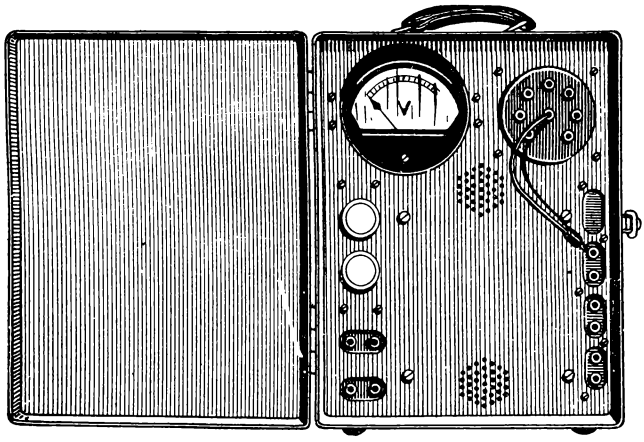


Рис. 44. Автотрансформатор КАТ-7

Преобразователи. Киноустановка может работать только от сети переменного тока 110 вольт 50 периодов в секунду. Для питания киноустановки постоянный ток не пригоден; в случае включения киноустановки в сеть постоянного тока произойдет авария, и она выйдет из строя.

К сети постоянного тока киноустановка может быть подключена только через особое устройство, перерабатывающее постоянный ток в переменный. Таким устройством является преобразователь тока (рис. 46).

Одесский завод Кинап выпускал преобразователи для переработки постоянного тока 100—120 и 190—230 вольт в переменный ток 110 вольт 50 периодов в секунду.

Преобразователь ПСТ-1 преобразовывает постоянный ток 100—120 вольт в переменный 110 вольт.

Преобразователь ПДТ-1 преобразовывает постоянный ток 190—230 вольт в переменный 110 вольт.

В настоящее время электропромышленность выпускает преобразователь ПО-550 для преобразования постоянного тока 100 вольт в переменный 110 вольт.

Передвижные электростанции. Несмотря на большое развитие в СССР мощных центральных электростанций и местных колхозных и сельских электростанций, значительное количество сельских и других населенных пунктов в отдаленных районах СССР пока еще не электрифицировано и не имеет местных электросетей; в некоторых же пунктах имеются маломощные, сильно перегруженные электростанции, которые не в состоянии обеспечить

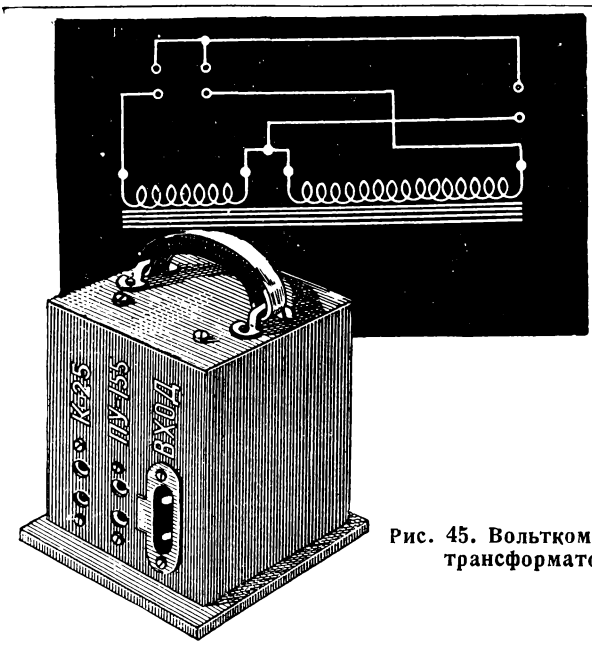


Рис. 45. Вольткомпенсационный трансформатор ВКТ-20

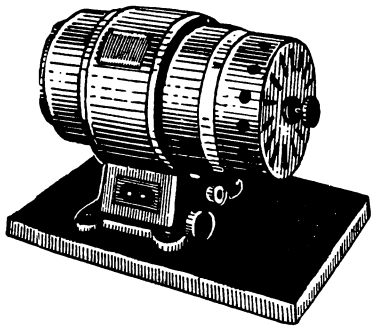


Рис. 46. Преобразователь постоянного тока в переменный

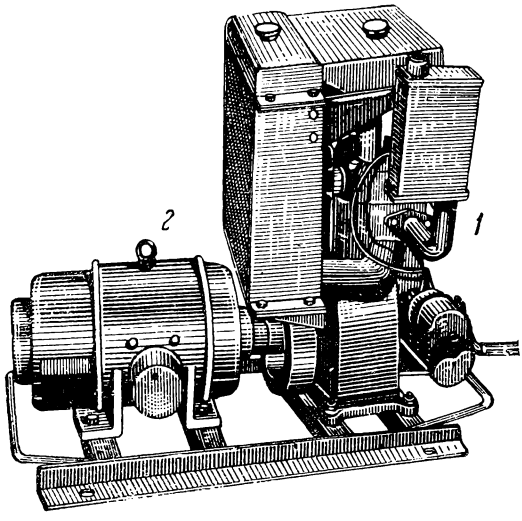


Рис. 47. Передвижная электрическая станция *1* — двигатель бензиновый Л-3/2; *2* — электрогенератор АПН-10

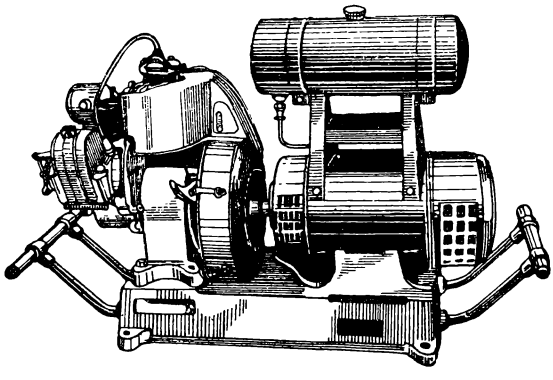


Рис. 48. Передвижная электрическая станция с двигателем В-3 и электрогенератором КГ-7

бесперебойной и стабильной подачи на киноустановки электроэнергии нормального напряжения. Поэтому в комплект звуковых кинопередвижек приходится включать передвижные электростанции.

Электростанция с двигателем Л-3 и Л-3/2 и электрогенератором АПН-10 на 1500 оборотов в минуту (рис. 47) обеспечивает полное питание киноустановки типа К-25 или 16-ЗП с проекционной лампой мощностью не более 500 ватт.

Электростанция с двигателем В-3 и электрогенератором КГ-7 (рис. 48) на 3000 оборотов в минуту может обеспечить питание киноустановки типа К-25 или 16-ЗП с проекционной лампой мощностью 750 ватт.

Приспособления для заменителей бензина

Двигатели внутреннего сгорания типа Л-3, Л-3/2 и В-3 (малолитражные двигатели), применяемые на киноустановках, могут устойчиво и безаварийно работать только на бензине соответствующего качества (второго сорта). Использование керосина вместо бензина требует применения специальных приспособлений, без которых потребление керосина в качестве горючего приведет к ускоренному износу и поломке двигателя.

На рис. 49 показан двигатель с керосиновой приставкой — приспособлением для перевода бензинового двигателя Л-3 на керосин.

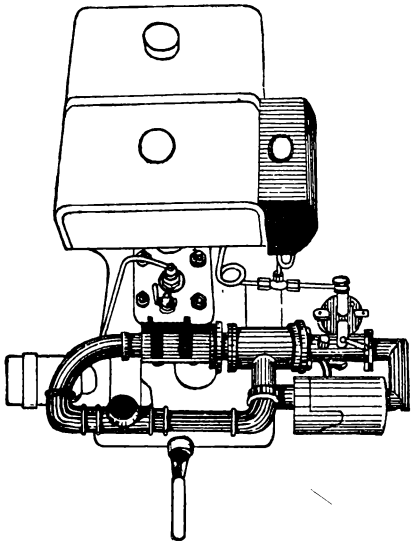


Рис. 49. Двигатель Л-3 с приспособлением для использования керосина взамен бензина

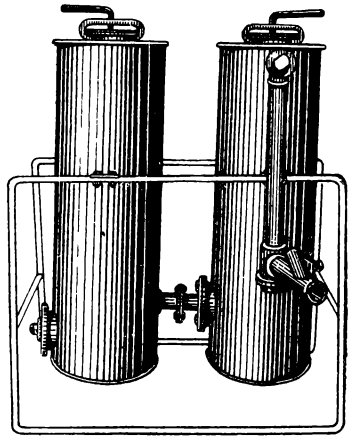


Рис. 50. Газогенератор для использования древесного угля в качестве горючего взамен бензина

В керосиновой приставке керосин подвергается подогреву и поступает в двигатель в виде паров (подобно примусу).

Бензин можно заменить также твердым топливом — древесным углем. Для перевода бензиновых двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3 на твердое топливо применяется газогенератор конструкции инженера Шахова (рис. 50), в котором древесный уголь под действием огня превращается в газообразное топливо. Горючий газ подвергается очистке от угольной пыли, сажи и золы, охлаждается и поступает вместо бензина в двигатель внутреннего сгорания.

Глава 5

МАТЕРИАЛЫ

Киноматериалы можно разделить на три группы:

а) материалы, из которых изготовляются аппаратура и оборудование (металлы, дерево, стекло, пластмассы и др.);

б) материалы, потребляемые для эксплоатации киноустановок (смазочные материалы, горючее);

в) вспомогательные материалы (прокладочные, обтирочные и т. п.).

Из производственных материалов основное место занимают металлы, которые разделяются на две основные группы: а) черные металлы и б) цветные металлы.

Черные металлы

К черным металлам относятся железо и его основные сплавы — чугун и сталь.

В чистом виде железо почти не встречается, так как очистка его от примесей очень затруднительна; кроме того, будучи слишком мягким, чистое железо не пригодно для изготовления деталей механизмов.

Железо добывается из железной руды, которая является ископаемым материалом.

Железная руда плавится в доменных печах; во время плавки к железу от топлива присоединяется углерод. Продуктом доменной плавки является не чистое железо, а с примесью кремния, марганца, небольшого количества серы и фосфора. Такой сплав называется чугуном.

Чугун. Чугун обладает хорошим литейным качеством и твердостью, но плохо сваривается и не куется, так как весьма хрупок.

Серый или литейный чугун применяется для отливок различных деталей двигателей внутреннего сгорания, электрогенераторов, преобразователей, например: блока цилиндра, головки блока, поршней, поршневых колец, траверз, крышек электрогенераторов и т. п.

Белый или передельный чугун обладает значительной твердостью и хрупкостью, поэтому для отливки изделий не применяется. Из белого чугуна вырабатываются сталь и так называемый ковкий чугун.

Для получения детали из ковкого чугуна ее сначала отливают из белого чугуна, а затем подвергают «томлению», т. е. нагреву в печи и медленному охлаждению. В результате такой обработки чугун приобретает большую вязкость, упругость и мягкость, т. е. по качествам приближается к литой стали, непосредственная отливка из которой затруднена ее плохими литейными качествами.

Ковкий чугун хорошо выдерживает удары, сопротивляется изгибу и вообще очень прочен. Из него делают гаечные ключи, съемники, кронштейн вентилятора двигателя, рычаг регулятора двигателя и др.

Название «ковкий чугун» условно, так как чугун допускает незначительную правку искривленных изделий в горячем состоянии посредством легких ударов, а вообще не поддается ковке.

Сталь. Сталь получается в результате переработки белого чугуна в мартеновских печах. Для получения стали особо высокого качества в ее состав вводят (в определенных процентах) специальные примеси, и выплавку

производят в электрических печах. Сталь хорошо поддается ковке, легко сваривается, но трудно плавится и обладает плохой литейностью.

Обыкновенная сталь называется углеродистой. Углеродистые стали разделяются на поделочную и конструкционную.

Из поделочной стали изготовляются малоответственные детали: болты, гайки и т. п.

Конструкционная сталь идет на изготовление более ответственных деталей: коленчатых валов, шатунов, распределительных валиков и других деталей двигателя внутреннего сгорания. В киноаппаратуре из конструкционной стали делаются валики, оси, ролики, зубчатые барабаны и др.

Особо прочные и хорошо сопротивляющиеся изнашиванию детали изготовляются из высококачественной, так называемой легированной стали; например, из хромистой стали изготовляются шарикоподшипники, пальцы поршня, мальтийские кресты и другие детали.

Из ванадиевой, вольфрамовой и молибденовой стали делаются детали, от которых требуется высокая сопротивляемость ударам.

Обработка металлов

Обработка металлов применяется с целью придания изделию определенной формы, внешнего вида, размеров и качества поверхности, а также для изменения механических свойств металлов.

К видам обработки металлов относятся: литейное дело, механическая, термическая, термо-химическая и некоторые особые виды обработки (автогенная сварка и резка, металлизация и др.).

Горячая обработка. К этому виду обработки металлов относятся ковка, штамповка и прессование, придающие изделию необходимую форму в горячем состоянии ударами или давлением (кузнечное дело).

В процессе свободной ковки металл подвергается ударам молота и получает форму, близкую к той, которая необходима. В процессе горячей штамповки кусок металла под ударами молота обжимается в формах-штампах и получает форму, более близкую к окончательному виду изделия.

Посредством горячей штамповки делаются заготовки для коленчатых валов двигателей Л-3 и В-3 (поковки), шатунов, распределительных валиков и других деталей.

Холодная обработка. Холодное штампование представляет собой выдавливание и растягивание металла посредством пресса и применяется довольно широко для изготовления деталей кинопроекционной и усилительной аппаратуры: кадровых рамок фильмовых каналов, направляющих фильм щитков, обтюратора, деталей фонаря проектора К-25, кассет, дисков, крышек, деталей шасси и кожухов усилителей, грейферов проекторов ГОЗ и 16-ЗП, коробок для фильмов и т. п.

Слесарные работы. К слесарным работам относится изготовление мелких деталей вручную посредством режущих инструментов или малых механизмов, доводка и подгонка деталей к необходимым размерам.

Обработка на металлорежущих станках. Обработка деталей производится на токарных, сверлильных, строгальных, фрезерных и шлифовальных станках.

Токарные станки служат для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, а также торцовых плоскостей; нарезки наружной и внутренней резьбы; просверливания

и рассверливания отверстий. На токарном станке вытачиваются втулки, оси, валики, ролики, клапаны, поршни, поршневые кольца, коленчатые валы и т. п.

Сверлильные станки служат: для сверления отверстий сверлами; рассверливания отверстий развертками и зенкерами; нарезки резьбы метчиками.

Строгальные станки служат для обработки резцом плоских и линейчатых поверхностей. Обрабатываемый предмет закрепляется на столе станка и совершает возвратно-прямолинейное рабочее движение, проходя под неподвижным резцом, который по окончании каждого рабочего хода стола несколько сдвигается в сторону (движение подачи) для снятия следующей стружки.

Такие станки называются продольно-строгальными в отличие от поперечно-строгальных или шепингов, где движение резания совершает резец.

Плоские поверхности подвергаются строганию во всех случаях, где требуется точная подгонка и плотное прилегание поверхностей. Так, например, в двигателе внутреннего сгорания Л-3 и Л-3/2 имеют строганые поверхности верхняя плоскость цилиндра, головка цилиндра, соединительные поверхности фланцев и т. п.

Фрезерные станки (шарошечные) служат для обработки металлов снятием стружки посредством фрезера (фреза, шарошка) — многорезцового режущего инструмента с вращательным движением резания для обработки всякого рода поверхностей. Фрезой нарезают на фрезерном станке зубья зубчатых барабанов кинопроекторов, зубья шестерен, шлицы мальтийского креста и т. п.

Шлифовальные станки обрабатывают металлические детали (снимают стружку) посредством шлифовального круга, имеющего вид диска из зерен абразивного материала, скрепленных связывающим веществом.

Разновидность шлифовки — полирование. Посредством шлифовальных станков достигается очень гладкая поверхность, причем размеры обрабатываемого изделия могут быть получены очень высокой точности. На шлифовальных станках обрабатываются мальтийские кресты, барабаны, коленчатые валы двигателей и т. п.

Термическая обработка. В целях улучшения механических качеств стали она подвергается термической (тепловой) обработке, иначе говоря, сталь нагревается до определенной температуры с последующим быстрым или медленным охлаждением. В результате термической обработки внешние формы стального изделия не изменяются, а изменению подвергается лишь внутреннее строение материала, в связи с чем изделие приобретает определенные механические свойства. К термической обработке относятся отжиг, закалка и отпуск.

Отжиг применяется в тех случаях, когда стальную деталь нужно сделать мягкой, чтобы легче ее обработать или гнуть без поломок: для этого деталь медленно нагревают, а затем медленно охлаждают в сухом нагретом песке или золе, а иногда охлаждают вместе с нагревательной печью. Отжиг применяется также для того, чтобы устранить в металле внутренние напряжения, которые появляются после ковки, штамповки или других видов механической обработки изделия.

Закалка применяется для придания стальному изделию большей твердости, способствующей повышению упругости и уменьшению износа детали, и состоит из нагревания стального изделия до определенной

температуры 750—850° С (в зависимости от состава стали), небольшой выдержки при этой температуре, а затем быстрого охлаждения в воде или масле. Чтобы уменьшить хрупкость и внутренние напряжения в металле, возникшие после закалки, изделия обязательно отпускают.

О т п у с к о м называется термическая операция, при которой деталь нагревают до температуры от 200 до 320°С, а затем быстро охлаждают в воде. Чем выше температура отпуска, тем меньшей будет хрупкость детали, но зато снижается и ее твердость.

Термохимическая обработка. Термохимическая обработка металлов отличается от термической обработки тем, что она совмещает два процесса: а) изменение химического состава поверхностного слоя стального изделия путем его насыщения углеродом, который после соответствующей термической операции повышает поверхностную твердость детали и, следовательно, способствует уменьшению ее износа; б) закалку.

Детали, подвергающиеся во время работы изгибу и истирающиеся под большим давлением, делаются из мягкой стали, не способной принимать закалку.

Для придания твердости поверхностному слою стального изделия производится науглероживание на глубину примерно от 0,6 до 2 *мм*, после чего деталь подвергается закалке и, как обычно, отпуску. Процесс науглероживания поверхностного слоя называется ц е м е н т а ц и е й.

Для цементации стальное изделие помещают в специальный ящик, обсыпают к а р б ю р и з а т о р о м, т. е. веществом, содержащим большое количество углерода и способным отдавать его стали при нагреве (смесь измельченного древесного угля с углекислыми солями, например, барием). Нагрев производится в специальных печах до температуры 900—950°С; при такой температуре деталь выдерживается от 2 до 10 часов, в зависимости от того, какую глубину цементированного слоя желательно получить.

Цветные металлы

Основными цветными металлами, применяющимися при изготовлении аппаратуры и оборудования киноустановки, являются: олово, свинец, цинк, медь, алюминий, никель, хром и некоторые другие.

Олово. Легкоплавкий серебристо-белого цвета металл. В обычных условиях олово не окисляется, обладает высокой пластичностью и способностью образовывать плотный и прочный слой на поверхности других металлов. Основное применение олова — лужение (пайка) и включение в различные сплавы.

Свинец. Обладает высокой ковкостью и стойкостью против разъедания серной кислотой. На воздухе быстро окисляется, покрываясь пленкой, предохраняющей свинец от дальнейшего разъедания. Используется главным образом в сплавах с другими металлами и для изготовления пластин кислотных аккумуляторов.

Цинк. Металл серебристо-белого цвета, пластичный при температуре 100—150°С и хрупкий при других температурах. В чистом виде применяется преимущественно для покрытия железа, предохраняя последнее от коррозии (ржавления). Включается в состав различных сплавов. Подвержен разъеданию соляной кислотой и используется для ослабления разъедающего действия кислоты, применяющейся во время пайки (протравы соляной кислоты).

Медь. Мягкий, электропроводный, теплопроводный и немагнитный металл розовато-красного цвета (в свежем разрезе). Легко куется и тянется. После прокатки и ковки теряет свою вязкость и становится хрупким. Применяется главным образом в сплаве с другими металлами.

Алюминий. Легкий, немагнитный, электропроводный металл серебристо-белого цвета. Обладает пластичностью и хорошей литейностью. Из чистого алюминия изготовляется фольга для конденсаторов. Основное применение алюминия — включение в сплавы с другими металлами. Из сплава алюминия с медью и другими примесями отливаются поршни, корпуса кинопроекторов К-25, фрикционные ролики и ряд других деталей. Из огромного количества алюминиевых сплавов широко известен силлумин, дуралюмин и др.

Сплавы

Бронза. Бронза — сплав меди с оловом. В зависимости от назначения бывает различного состава.

Автомобильная бронза применяется для изготовления арматуры, кранников, нипелей и т. п. В ее состав входит примерно до 90% меди, 4% олова, 4% цинка и 2% свинца.

Фосфористая бронза обладает хорошими антифрикционными качествами, т. е. при взаимодействии с деталями механизма создает минимальное трение, хорошо отливается и чисто обрабатывается. Содержит, примерно, 89% меди, 10% олова и 1% фосфора. Применяется для изготовления втулок и других деталей кинопроекционной аппаратуры и электростанций.

Латунь. Латунь — сплав меди с цинком. Бывает различных сплавов и содержит цинка от 10 до 35%. Обладает хорошей электропроводностью, теплопроводностью, пластичностью и вязкостью. После соответствующей обработки (гартования) латунные пластинки приобретают упругость и могут применяться в качестве пружин.

Томпак. Томпак — разновидность латуни, сплав меди с цинком от 2 до 28%. Хорошо куется и штампуется в холодном состоянии. Применяется для изготовления деталей электроприборов, электропроводов, пластин радиатора двигателя Л-3 и Л-3/2 и др.

Бабит. Мягкий, легкоплавкий антифрикционный сплав. Применяется для заливки шатунных подшипников двигателей электростанций. Бабит способствует уменьшению трения, а следовательно, и износу шеек коленчатого вала. Для заливки подшипников допускается малооловянистый бабит следующего состава: олова — 9,5 — 10,5%; сурьмы — 13,5 — 14,5%; меди — 1,5 — 2,0%; кадмия — 1,5 — 2,0%; свинца — 71,0 — 72,0%. Для заливки подшипников может также применяться бабит марки Б-83. Оба сорта нельзя смешивать, так как такой сплав не пригоден для заливки подшипников.

Припои. Применяются для соединения частей металлических изделий посредством расплавленных металлов. Мягкие припои состоят из сплава олова со свинцом. Для пайки латуни и белой жести применяется так называемый половинник, состоящий из 50% олова и 50% свинца. Наиболее распространен третник — припой, состоящий из 33 % олова и 67% свинца; он пригоден также для пайки жести и латуни, но имеет более высокую температуру плавления. Сталь и красная медь паяются твердыми припоями, состоящими из меди, цинка и серебра, и еще более твердыми припоями, состоящими из меди и цинка.

Пластмассы

Бакелит и карболит. Приготовляются из карболовой кислоты, формалина, аммиака или кислот с добавлением наполнителей: древесной муки, хлопка, кизельгура (микроскопические ракушки), графита и др. В горячем виде эти пластмассы обладают пластичностью и прессуются в формах; после остывания становятся твердыми. Бакелит и карболит — хорошие изоляторы и применяются для изготовления корпусов электроизмерительных приборов, корпусов и барабанов выключателей, ручек управления усилительных устройств, штепсельных вилок, колодок, панелей, цоколей электронных ламп и фотоэлементов и т. п.

Текстолит. Многослойная ткань, пропитанная бакелитовым лаком и спрессованная под большим давлением при температуре 150° С. Отличается большой механической прочностью, высокими диэлектрическими (изоляционными) свойствами и водостойкостью. Легко поддается механической обработке на станках. В некоторых случаях может заменять металлы. Применяется для изготовления большой шестерни в проекторе К-25, значительного количества шестерен, кулачка грейфера и других деталей в аппарате 16-3П. Опыты изготовления из текстолита полозков фильмового канала, головок мальтийского креста и венцов зубчатых барабанов дали удовлетворительные результаты.

Прокладочные материалы

Прокладочные и уплотняющие материалы применяются на киноустановке с целью препятствовать утечке масла, воды, топлива и газов в двигателях передвижных электростанций.

Бумага и картон. Применяются для уплотнения неподвижных соединений, не подверженных воздействию высоких температур и воды (прокладки между крышками мальтийской коробки, прокладка между картером и цилиндром двигателя и т. п.).

Клингерит (асбестовая масса с примесью минеральных веществ). Используется в соединениях, подверженных повышенным давлениям и нагреву до 150° С, а также вместо картона, когда нужна значительная толщина прокладки.

Асбестовый картон. Минеральное волокно; применяется в местах, подверженных действию высоких температур, но без высокого давления (выхлопные трубы, глушители, газогенераторы). Вместо асбестового картона можно применять асбестовый шнур. Малая теплопроводность асбеста позволяет использовать его в качестве теплового изолятора.

Металло-асбестовые прокладки. Это слой асбестового картона, заключенного между двумя металлическими (латунными, стальными) накладками, края которых завальцованы. Применяются в двигателях электростанций в местах соединений, подверженных действию высоких температур и повышенному давлению, в качестве прокладок к головке цилиндра, свече, декомпрессионному кранику.

Войлок. Применяется для уплотнения валов, проходящих через картер с целью препятствовать выдавливанию масла (так называемые сальники), а также в направляющих роликах кинопроектора К-25 в качестве прокладки, пропитанной маслом, что обеспечивает длительную смазку роликов. Войлок применяется в качестве противонагарной защиты в специальной конструкции полозков фильмового канала после кипячения в масле или парафине. Наиболее плотный и лучший сорт войлока — фетр.

Вспомогательные материалы

Ветошь. Мягкая много раз стиранная бумажная или льняная ткань. Применяется для протирки от масла, пыли и грязи металлических деталей кинопроекционной аппаратуры.

Концы или обтирка — отходы, получаемые в процессе выработки пряжи на прядильных машинах. Применяются для обтирки станин, корпусов и грубых деталей киноустановки.

Замша. Мягкая плотная кожа желтого цвета; приготовляется из шкуры оленя. Применяется для протирки оптического стекла и кинофильмов. Полоски замши, наклеенные на направляющие кадровой рамки фильмового канала, — хорошая противонагарная защита. Замша — лучший фильтр при заливке бензинового бака горючим. Замша хорошо стирается, имеет длительный срок службы и отличается тем, что, протирая оптику и фильмы, не оставляет хлопьев или волокон на протираемой поверхности, чем выгодно отличается от других обтирочных материалов.

ЧАСТЬ II

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Глава 6

ГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Чтобы смонтировать, проверить или разобраться в электрическом устройстве, надо прежде всего знать, как устроены элементы этого устройства и как они электрически соединены между собой. Для представления об электрических соединениях пользуются чертежом электрической схемы. Если бы мы вздумали изображать на бумаге каждый прибор, аппарат или электрическую машину так, как они выглядят в натуре, это потребовало бы много времени и чертеж получился бы большим, неудобным для пользования. Поэтому в электрических схемах пользуются условными обозначениями, которые значительно упрощают и сокращают работу по составлению схем.

Изучая монтаж и работу электрического оборудования, обычно руководствуются схемами. Схемой называется чертеж, на котором условно обозначены детали и показан порядок их соединения и взаимодействия.

Электрические схемы бывают монтажными и принципиальными.

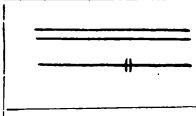
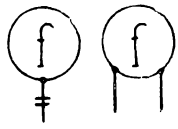
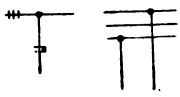
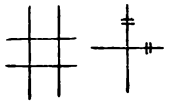
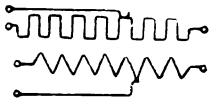
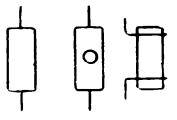
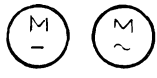
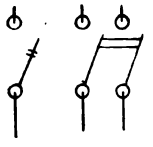
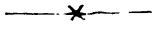
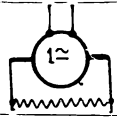
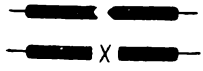
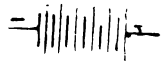
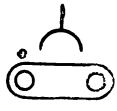
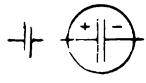
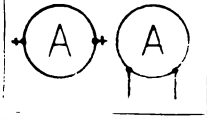
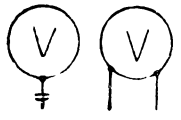
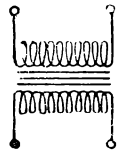
Монтажная схема показывает точное расположение деталей устройства и электрические соединения деталей между собой. На монтажной схеме отдельные элементы изображаются упрощенно, но общий вид соответствует действительному виду. Монтажная схема усилителя показывает точное расположение ламп, сопротивлений, конденсаторов, трансформаторов и дросселей в корпусе усилительного устройства и все электрические соединения. Монтажная схема — материал, согласно которому производится практическая работа по проверке и монтажу устройства.

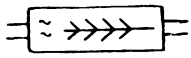
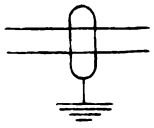
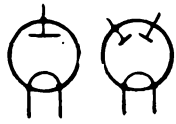
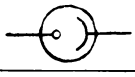
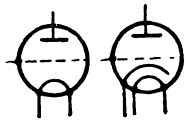
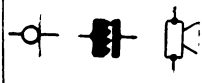
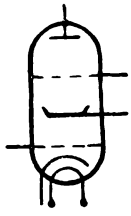
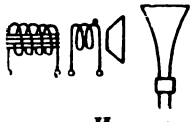
Принципиальная электрическая схема дает общее представление о принципе действия устройства и взаимодействии его основных элементов. Чем схема проще, тем легче в ней разобраться; поэтому отдельные детали в принципиальной схеме изображаются условными обозначениями.

Условные обозначения стандартизованы, т. е. каждая деталь имеет только одно определенное обозначение, принятое повсеместно при составлении схем. Это дает возможность изучать схемы по литературным источникам и читать схемы независимо от места их составления.

Чтобы читать электрические схемы, необходимо знать, какими условными знаками обозначаются детали и понятия в схемах. Ниже приводятся стандартные условные обозначения, применяемые в электрических схемах.

Условные электротехнические обозначения

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Двухпроводная электрическая цепь		Частотомер	
Ответвление		Сопротивление омическое или индуктивное	
Пересечение электрически не соединенных проводов		Сопротивление, регулируемое ползунком	
Предохранители		Реостат со ступенчатой регулировкой	
Выключатель		Электромотор постоянного и переменного тока	
Рубильник двухполюсный		Электрогенератор постоянного и переменного тока	
Лампа накаливания		Преобразователь одноякорный синхронный однофазный	
Лампа переносная		Лампа с вольтовой дугой (Петрова)	
Прибор осветительный с тремя лампами		Батарея электрическая	
Розетка штепсельная		Конденсатор бумажный или слюдяной и электролитический	
Амперметр		Дроссель	
Вольтметр		Трансформатор	

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Заземление		Усилитель четырехкаскадный	
Провода экранированные		Лампа выпрямительная — кенотрон (диод) однополупериодный и двухполупериодный	
Фотоэлемент		Лампа усилительная трехэлектродная (триод) с непосредственным накалом и с подогревным катодом	
Микрофон		Лампа усилительная пятиэлектродная (пентод)	
Адаптер			
Громкоговоритель			

Иностранные алфавиты

Греческий алфавит			Латинский алфавит		
Название букв	Прописная буква	Строчная буква	Название букв	Прописная буква	Строчная буква
альфа	Α	α	а	A	a
бэта	Β	β	бэ	B	b
гамма	Γ	γ	цэ	C	c
дэльта	Δ	δ	дэ	D	d
эпсилон	Ε	ε	э	E	e
дзэта	Ζ	ζ	эф	F	f
эта	Η	η	гэ	G	g
тэта	Θ	θ	аш	H	h
иота	Ι	ι	и	I	i
каппа	Κ	κ	йот	J	j
ламбда	Λ	λ	ка	K	k
ми	Μ	μ	эль	L	l
ни	Ν	ν	эм	M	m
кси	Ξ	ξ	эн	N	n
омикрон	Ο	ο	о	O	o
пи	Π	π	пэ	P	p
ро	Ρ	ρ	ку	Q	q
сигма	Σ	σ	эр	R	r
тау	Τ	τ	эс	S	s
ипсилон	Υ	υ	тэ	T	t
фи	Φ	φ	у	U	u
хи	Χ	χ	вэ	V	v
пси	Ψ	ψ	дубль вэ	W	w
омега	Ω	ω	икс	X	x
			игрек	Y	y
			зэт (дзэт)	Z	z

Глава 7

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ И ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

Все окружающие нас предметы являются телами, состоящими из того или иного материала, называемого веществом. Способность тел производить ту или иную работу (например, расширение пара в паровой машине или газов в двигателе внутреннего сгорания) называется энергией. Вещества, из которых состоят тела, и присущие им свойства (в частности, их способность проявлять энергию) составляют материю.

Тела, состоящие из однородного вещества, не разлагающегося ни на какие другие составные части, называются простыми телами или элементами. Таких элементов в природе в соответствии с исследованиями великого русского ученого Менделеева, автора периодической системы элементов, пока известно 92.

Все тела состоят из элементов или из их соединений в различных комбинациях (сочетаниях). Тела, состоящие из двух и более элементов, могут быть разложены на составные части, а потому называются сложными телами.

Все элементы и сложные тела состоят из мельчайших частиц, называемых молекулами, которые находятся в состоянии непрерывного движения. Интенсивность (напряженность) движения молекул зависит от теплового состояния вещества.

Молекулы состоят из еще более мелких частиц, на которые они могут быть разложены химическим путем. Эти частицы называются атомами.

Атом любого вещества в свою очередь состоит из мельчайших частичек, связанных друг с другом. Атом всех элементов состоит из ядра и электронов, которые вращаются вокруг ядра по замкнутым кривым (рис. 51).

Электроны обладают отрицательными электрическими зарядами. Заряд электрона представляет собой меньшее количество электричества по сравнению с ядром.

Ядро атома состоит из протонов и электронов. Протоны имеют положительные заряды; величина заряда протона равна заряду электрона. Число электронов и протонов в атоме любого вещества одинаково. Поэтому обычно атомы не проявляют никаких электрических свойств, они, как говорят, нейтральны.

Электроны атомов всех тел (железа, меди, водорода и т. д.) совершенно одинаковы; также одинаковы и протоны. Электрон почти в 2000 раз меньше протона. Различия между физическими и химическими свойствами тел объясняются тем, что число электронов и протонов в атомах тел различно.

Электроны, наиболее удаленные от ядра, а потому меньше всего с ним связанные силами притяжения, в процессе движения могут оторваться от системы своего атома и перейти в системы других атомов. Электроны, движущиеся в междуатомном пространстве, называются свободными электронами.

Атом, потерявший один или несколько электронов, имеет меньше отрицательных зарядов, чем целый атом; поэтому он окажется заряженным положительно. Атом, получивший дополнительно один или несколько электронов, кроме тех, которые он имел в своем нормальном составе, будет иметь избыток электронов и, следовательно, — отрицательный заряд.

Атом, потерявший или присоединивший один или несколько электронов и переставший быть нейтральным, превращается в и о н. Процесс образования ионов называется и о н и з а ц и е й а т о м а.

Электрон, оторвавшийся от своего атома, имея объем, вес и силу инерции, приобретенную им в процессе движения, переходит к другому атому; при этом он входит во взаимодействие с электронами второго атома и заставляет

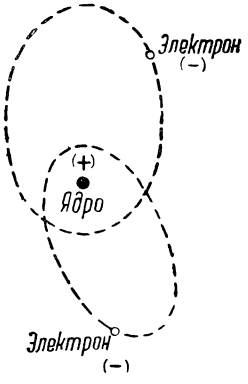


Рис. 51. Схема строения атома

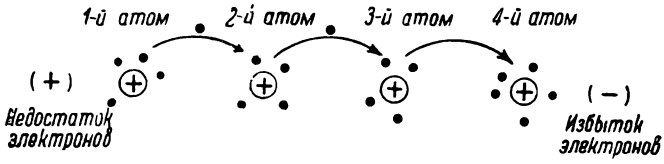


Рис. 52. В своем движении к соседним атомам электроны переносят и электрический заряд, создавая электрический ток

их своими толчками выходить из орбиты (замкнутой кривой) второго атома и переходить в сферу третьего атома и т. д. (рис. 52). В результате по всей массе тела будет наблюдаться движение электронов, следовательно, по всей длине тела будет передаваться электрический заряд. При этом на одном конце тела будет положительный заряд (недостаток электронов), а на другом — отрицательный заряд (избыток электронов). Таким образом тело окажется заряженным электрически.

Электроны, движущиеся от атома к атому, создают э л е к т р и ч е с к и й т о к. Избыток электронов на одном конце тела и недостаток их на другом (т. е. различная наэлектризованность концов тела или различный потенциал) является причиной перемещения электронов — концы тела имеют различные п о т е н ц и а л ы.

Причина, создающая и поддерживающая разность потенциалов, называется э л е к т р о д в и ж у щ е й с и л о й, сокращенно — э. д. с.

Электрический заряд можно сообщить телу обыкновенным т р е н и е м: достаточно потереть палочку из эбонита о шерстяную одежду, и эбонитовая палочка окажется заряженной электричеством. Объясняется это тем, что в момент трения часть свободных электронов перешла с шерсти на эбонитовую палочку, тем самым зарядив ее. Если заряженную палочку поднести к мелким кусочкам бумаги, последние притянутся к ней, но через некоторое время оттолкнутся, так как получат от эбонитовой палочки одноименный заряд.

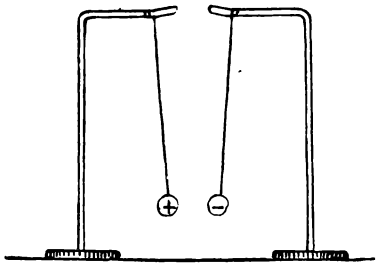


Рис. 53. Тела, заряженные разноименными электрическими зарядами, притягиваются

Если два легких бузиновых шарика зарядить разноименными зарядами, они притянутся друг к другу (рис. 53), в то время как шарики, заряженные одноименными зарядами, оттолкнутся друг от друга.

Действие тел, наэлектризованных друг от друга, сказывается на расстоянии, следовательно, в пределах этого расстояния действуют какие-то силы, которые притягивают кусочки бумаги и бузиновые шарики.

Опыты показывают, что в пространстве между двумя телами, заряженными разноименными зарядами, образуется ряд линий, идущих от одного тела к другому. Эти линии называются электрическими силовыми линиями, а пространство, в котором действуют электрические силы, называется электрическим полем.

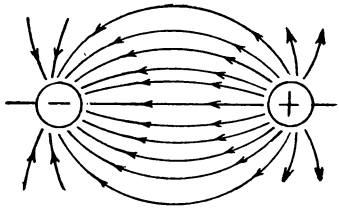


Рис. 54. Электрическое поле двух разноименно заряженных тел

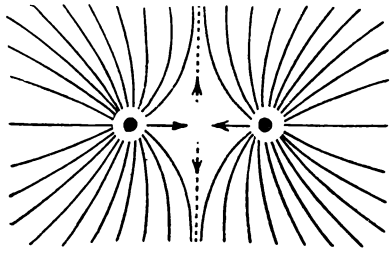


Рис. 55. Электрическое поле двух тел, заряженных одноименными зарядами

Электрическое поле можно обнаружить, если на стекло, положенное на два наэлектризованных тела, равномерно насыпать кристаллический гипс, растертый в мелкий порошок. Порошок гипса расположится стройными цепочками от одного тела к другому.

На рис. 54 показаны линии электрического поля двух разноименно заряженных тел, а на рис. 55 — двух одноименно заряженных тел.

Электрический ток

Электрическим током мы условились называть упорядоченное движение электронов по проводнику под влиянием э. д. с., обусловленное наличием свободных электронов в самом проводнике.

Количество свободных электронов в веществе зависит от степени связи электронов с ядром атома вещества. Связь в атомах различных веществ различна: в телах, где эта связь слаба, свободных электронов больше, и наоборот. Например, в составе атомов слюды, стекла, фарфора и парафинированной бумаги почти нет свободных электронов, следовательно, электрический ток пройти через них почти не может. Поэтому слюду, стекло, фарфор и парафинированную бумагу называют непроводниками, диэлектриками или изоляторами.

Абсолютных диэлектриков в природе не существует, так как все диэлектрики имеют некоторое, хотя бы весьма незначительное, количество свободных электронов.

В металлах сравнительно много свободных электронов, которые, перемещаясь от атома к атому, создают электрический ток. Все металлы поэтому относятся к проводникам электрического тока.

Сухое дерево и бумага не проводят электрического тока, но, будучи пропитаны водой или кислотой, становятся проводниками, поэтому они считаются полупроводниками.

О наличии тока в проводнике судят по следующим явлениям, которыми сопровождается прохождение тока:

т е п л о в ы е, т. е. проводник нагревается электрическим током;

м а г н и т н ы е, т. е. вокруг проводника, по которому проходит электрический ток, образуется магнитное поле;

э л е к т р о л и т и ч е с к и е, т. е. электрический ток, проходя через растворы кислот или солей, разлагает их на составные части (например, при прохождении тока через раствор медного купороса выделяется медь).

С и л о й э л е к т р и ч е с к о г о т о к а называется количество электронов, протекающих через поперечное сечение проводника за время в одну секунду. Сила тока обозначается латинской буквой *I*.

За е д и н и ц у с и л ы т о к а принимается такой ток, который, проходя через раствор азотносеребряной соли, выделяет из нее 1,118 миллиграмма чистого серебра за одну секунду. Такая единица силы тока называется а м п е р о м и обозначается буквой *а* (в международном обозначении — А).

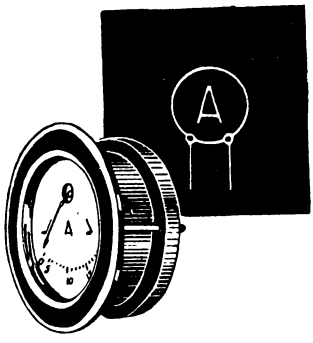


Рис. 56. Амперметр и его обозначение

Приборы, посредством которых измеряется сила тока, называются а м п е р м е т р а м и (рис. 56).

Заряд одного электрона настолько мал, что для получения в проводнике тока силой в 1 ампер через его поперечное сечение должно пройти в секунду количество электронов, превышающее число 6 с восемнадцатью нулями (6 000 000 000 000 000 000).

Очень малые значения силы тока исчисляются м и л л и а м п е р а м и. Один ампер равняется 1000 миллиампер, или один миллиампер равен $\frac{1}{1000} = 0{,}001$ ампера. Миллиампер обозначается буквами *ма* (mA).

Одна миллионная ампера называется м и к р о а м п е р о м и обозначается *мка* (μA).

Приборы, предназначенные для измерения тока в миллиамперах, называются м и л л и а м п е р м е т р а м и.

Следует различать разные понятия — скорость электрического тока и скорость движения электронов.

Электрический ток протекает в проводнике со скоростью света, т. е. со скоростью 300 000 *км* в 1 секунду. Электроны же в проводнике двигаются очень медленно, со скоростью всего нескольких метров в 1 секунду. Скорость тока больше скорости движения электронов в миллион раз. Электрический ток проходит по всей длине электрической цепи, а электроны двигаются лишь от атома к атому. Организованное движение электронов в проводнике под влиянием приложенной э. д. с. начинается почти одновременно. Этим движением, организованным и упорядоченным э. д. с., захватываются свободные электроны атомов по всей длине электрической цепи, что вызывает мгновенное прохождение тока по всей цепи, несмотря на то, что электроны, вызвавшие ток, совершают путь лишь в пределах двух атомов, двигаясь с присущей им незначительной скоростью.

В целях большей наглядности этого положения проследим движение нескольких биллиардных шаров, отчасти напоминающее передачу движения электронов, создающих в цепи электрический ток (рис. 57). Шар *1*

медленно движется в направлении ряда шаров, стоящих вплотную друг к другу. В момент соприкосновения шара *1* с шаром *2* шар *9*, стоящий в ряду шаров последним, отскочит и покатится. Это означает, что движение шара *1* передалось по цепи шару *9* мгновенно, хотя шар *1* закончил свое движение в момент соприкосновения с шаром *2*. Передача энергии движения шарами отчасти сходна с движением электронов по цепи. Движение электронов, передвигающихся от атома к атому с незначительной скоростью, передается по всей цепи с громадной скоростью, почти мгновенно.

Количество электричества. Как мы уже знаем, сила электрического тока определяется количеством электронов, протекающих через поперечное сечение проводника за время в одну секунду. Однако по проводнику может проходить ток различной величины и в течение не 1 секунды, а, допустим, 10 минут, в течение которых через поперечное сечение проводника пройдет большее или меньшее количество электронов.

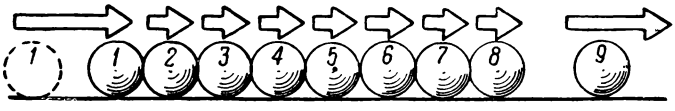


Рис. 57. При столкновении шара *1* с шаром *2* шар *9* придет в движение и откатится

Для измерения количества электричества за единицу принят к у л о н, т. е. количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника при силе тока в 1 ампер за время в 1 секунду. Количество электричества обозначается буквой Q.

Кулон можно назвать иначе а м п е р - с е к у н д о й (*а-сек*). Кулон— очень маленькое количество электричества.

В практике количество электричества подсчитывается не в кулонах, а в а м п е р - ч а с а х.

Ампер-час — количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника при силе тока в 1 ампер за время в 1 час, и обозначается *а-ч* (Ah). Ампер-час больше одного кулона в 3600 раз. Количество электричества подсчитывается по формуле:

$$Q = I \cdot t,$$

где Q — количество электричества в ампер-часах; I — сила тока в амперах; t — время в часах.

П р и м е р. Батарея аккумуляторов в течение 12 минут отдавала ток для питания электрических лампочек силою в 12,5 ампера. Какое количество электричества затрачено батареей аккумуляторов в ампер-часах и кулонах?

Р е ш е н и е: Находим, какую часть одного часа составляют 12 минут:

$$t = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 0{,}2 \text{ часа.}$$

$Q = 12{,}5 \cdot 0{,}2 = 2{,}5$ ампер-часа; $Q = 2{,}5 \cdot 3600 = 9000$ кулонов.

Электродвижущая сила и напряжение

Электрический ток пойдет по цепи лишь в том случае, если на одном конце проводника будет избыток электронов, а на другом недостаток. В противном случае тока в цепи не будет.

Приборы, создающие эту разницу в количестве электронов на своих выводах (зажимах), называются источниками электрического тока. Если зажимы соединить проводником, т. е. составить замкнутую электрическую цепь, то по цепи будут протекать электроны, т. е. потечет электрический ток до тех пор, пока будет иметь место разность в количестве электронов на обоих зажимах.

Чем больший избыток электронов будет на одном из зажимов источника тока, тем с большей силой устремятся электроны к другому зажиму, на котором их недостаточно.

Сила, заставляющая электроны двигаться по цепи и вызывающая в ней электрический ток, называется, как было указано выше, электродвижущей силой (э. д. с.).

Электродвижущая сила возникает внутри источника тока и может быть получена:

а) химическим путем — при погружении двух разных проводников в растворы кислоты или соли (гальванические элементы или аккумуляторы);

б) механическим путем — при перемещении проводников в магнитном поле (электрогенераторы).

За единицу электродвижущей силы принят вольт, обозначаемый буквой *в* (V).

Один вольт — это такая электродвижущая сила (э. д. с.), которая в цепи с сопротивлением в один ом вызывает ток силой в один ампер.

Электродвижущую силу измеряют прибором, называемым вольтметром.

Один из зажимов источника тока, имеющий избыток электронов, принимается за отрицательный полюс и обозначается знаком минус (—).

Другой зажим, имеющий недостаток электронов, принимается за положительный полюс и обозначается знаком плюс (+).

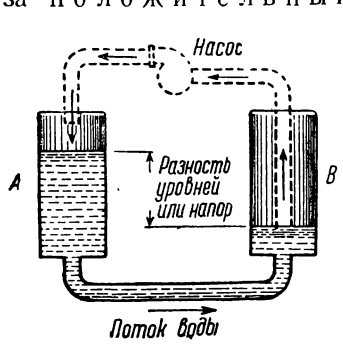


Рис. 58. Движение воды в нижней трубке за счет разности уровней в сообщающихся сосудах

Движение тока при замыкании проводником зажимов источника электрического тока можно сравнить с движением жидкости в сосудах (рис. 58). В сосуде *A* жидкость находится выше, чем в сосуде *B*, на величину, указанную стрелкой. Если соединить оба сосуда общей трубкой, то за счет разности давления жидкости жидкость из сосуда *A* будет переливаться в сосуд *B* до тех пор, пока уровень жидкости в обоих сосудах не сравняется. В замкнутой электрической цепи ток будет также проходить только до тех пор, пока на полюсах источника тока будет различное количество электронов. Эта разница в количестве электронов на полюсах называется разностью потенциалов или напряжением на зажимах.

Чтобы поток жидкости в сосудах не прекращался, необходимо все время перекачивать насосом жидкость из сосуда *B* обратно в сосуд *A*, тем самым поддерживая разность уровней.

Точно так же, для того, чтобы ток в электрической цепи не прекращался, надо непрерывно поддерживать разность потенциалов, т. е. непрерывно вращать якорь электрогенератора или же подзаряжать аккумулятор.

Направление электрического тока. Ток в цепи создается движением электронов от отрицательного полюса источника тока к положительному по замкнутой цепи.

Направление движения тока по замкнутой внешней цепи принято считать обратным, т. е. идущим от положительного полюса источника тока к

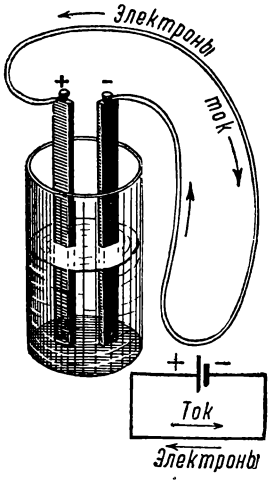


Рис. 59. Условное понятие о направлении электрического тока, противоположного направлению движения электронов

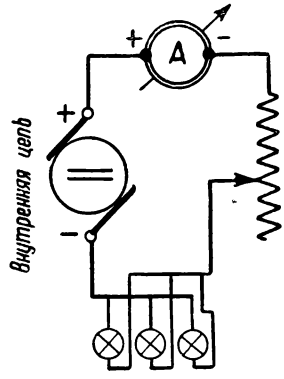


Рис. 60. Электрическая цепь, состоящая из динамомашины, амперметра, реостата и ламп накаливания

отрицательному (рис. 59). Объясняется это тем, что явление электрического тока было обнаружено гораздо раньше, чем разработана электронная теория.

Электрическая цепь. Путь, по которому проходит электрический ток, называется цепью тока. Ток может итти только по замкнутой проводниками цепи. В любом месте цепи сила тока будет одинакова, так как по всей цепи движется одно и то же количество электронов.

Вся цепь, по которой проходит электрический ток, делится на два участка. Участок в пределах самого источника тока, включенного в цепь, называется внутренней цепью. Весь остальной участок цепи называется внешней цепью (рис. 60).

Электрическое сопротивление и проводимость

Электроны перемещаются в проводнике не в свободном пространстве, а между атомами, расположенными в непосредственной близости друг от друга. Двигаясь, свободные электроны вступают во взаимодействие с атомами, которые оказывают на них некоторое влияние, препятствуя упорядоченному движению электронов.

Препятствие, создаваемое самим проводником протекающему току, называется электрическим сопротивлением проводника и обозначается буквой R или r.

В веществе с большим числом свободных электронов сопротивление небольшое, а в диэлектриках, где их весьма мало, сопротивление очень велико.

Величина электрического сопротивления зависит от материала, длины, поперечного сечения и температуры проводника.

Зависимость величины электрического сопротивления от материала проводника определяется удельным сопротивлением и обозначается греческой буквой ρ (ро).

Удельным сопротивлением называется сопротивление проводника длиной в 1 *м* при поперечном сечении 1 *мм*² и температуре 20° С (табл. 1).

Удельные сопротивления и проводимость материалов

Таблица 1

Материал	Удельное сопротивление ρ (в омах)	Проводимость
Алюминий	0,02874	34,8
Железная телеграфная проволока	0,164	9,6
Медь проводниковая	0,0175	57,0
Олово	0,14	7,0
Свинец	0,20	5,0
Сплавы		
Манганин	0,42	2,35
Константан	0,47	2,1
Никелин I	0,41	2,4
Никелин II	0,33	3,0
Нейзильбер	0,36	2,7
Реотан	0,47	2,1

Величина сопротивления зависит от длины проводника: чем длиннее проводник, тем больше его сопротивление.

Длина проводника обозначается латинской буквой *l* (эль) и измеряется в метрах.

Кроме того, величина сопротивления проводника зависит от поперечного сечения: чем проводник толще, тем меньше его сопротивление. В более толстом проводнике электроны проводника проходят свободнее, подобно тому как вода свободнее проходит в более широкой трубе.

На рис. 61 показаны две пары одинаковых сосудов, соединенных в одном случае узкой трубкой, а в другом — широкой. Несомненно, что по широкой трубке жидкость перельется быстрее, чем по узкой, так как первая оказывает меньшее сопротивление жидкости, которая за то же время пройдет по ней в гораздо большем количестве.

Точно так же току (электронам) легче пройти по более толстому проводнику, который оказывает меньшее электрическое сопротивление, чем тонкий проводник одинаковой длины.

Площадь поперечного сечения проводника обозначается латинской буквой *S* (эс) и исчисляется в квадратных миллиметрах (*мм*²).

Электрическое сопротивление носит также название активного (омического). Оно увеличивается по мере увеличения удельного сопротивления и длины проводника и уменьшения его поперечного сечения; наоборот, сопротивление уменьшается по мере уменьшения удельного сопротивления и длины проводника и увеличения площади его поперечного сечения.

За единицу активного (омического) сопротивления принят ом, обозначаемый греческой буквой Ω (омега).

Сопротивление в 1 ом равно сопротивлению ртутного столба высотой 106,3 *см*, имеющего поперечное сечение в 1 *мм*^{2} при температуре таяния льда (0° С) и нормальном атмосферном давлении.

Сопротивление проводника можно подсчитать по формуле:

$$R_{ом} = \frac{\rho \cdot l}{S_{мм^2}}.$$

Пример. Чему равно сопротивление 500 *м* медной проволоки, если поперечное сечение проводника равно 0,5 *мм*^{2}?

$$R = \frac{0{,}0175 \cdot 500}{0{,}5} = 17{,}5 \text{ ома},$$

где $\rho = 0{,}0175$; $l = 500$ *м*; $S = 0{,}5$ *мм*^{2}.

Величина сопротивления зависит также от температуры проводника: по мере повышения температуры электрическое сопротивление металлов увеличивается. Это объясняется тем, что при нагревании металла молекулы приходят в беспорядочное движение, вследствие чего движение электронов в определенном направлении затрудняется. Так, например, сопротивление нити накала электронной лампы в раскаленном состоянии возрастает до 9—10 раз по сравнению с сопротивлением той же нити в холодном состоянии. В некоторых телах (например, уголь, графит) сопротивление, наоборот, уменьшается по мере повышения их температуры.

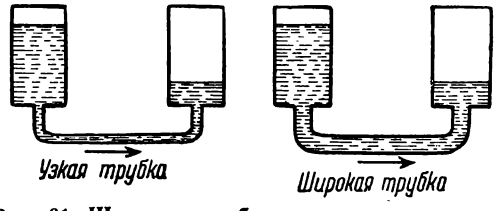


Рис. 61. Широкая трубка оказывает меньшее сопротивление жидкости, чем узкая

Величина, обратная сопротивлению проводника, называется проводимостью и обозначается

$$\frac{1}{R}\left(\frac{1}{ом}, \text{ или } МО\right).$$

Сопротивления больших величин измеряются мегомами (*мгом* или МΩ). Один мегом равняется 1 миллиону омов.

Для подбора определенной силы тока и напряжения в различных цепях электрических устройств применяются реостаты, постоянные сопротивления и потенциометры.

Реостат — прибор, имеющий определенное (обычно небольшое, измеряемое единицами и десятками омов) сопротивление, величину которого можно (в известных пределах) изменять плавно или скачками.

Реостаты изготовляются из сплавов с большим удельным сопротивлением (манганин, константан, никелин, нейзильбер, реотан и др.) и применяются в передвижных электростанциях для регулировки напряжения, подаваемого на киноустановку. Для регулирования накала звуковой лампы кинопроектора применяется реостат накала (рис. 62).

Схема включения реостата и его устройство приведены на рис. 63 и 64.

Постоянные сопротивления, не изменяющие своей величины, применяются в усилительных устройствах киноустановок и имеют величину от нескольких сотен до нескольких миллионов ом (рис. 65).

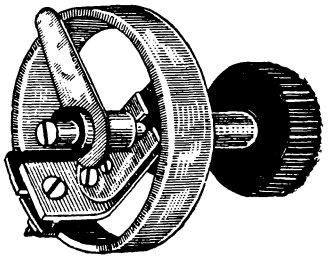


Рис. 62. Реостат накала

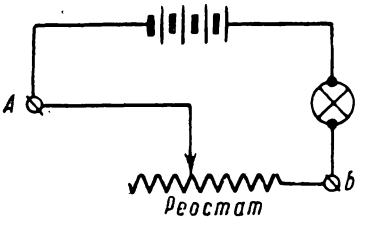


Рис. 63. Схема включения реостата

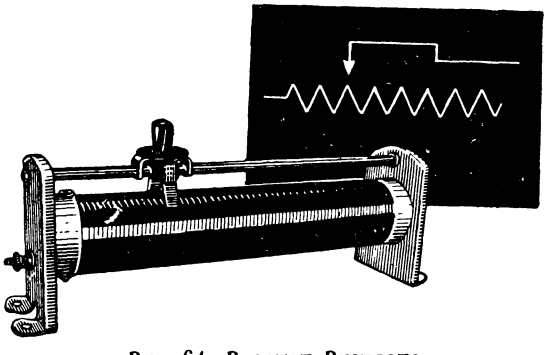


Рис. 64. Реостат Рустрата

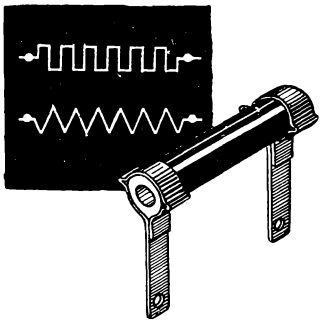


Рис. 65. Постоянное сопротивление

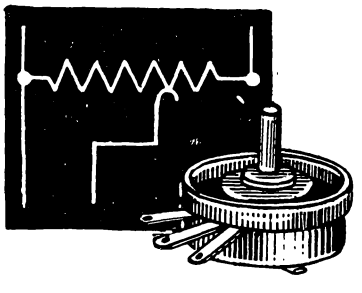


Рис. 66. Потенциометр

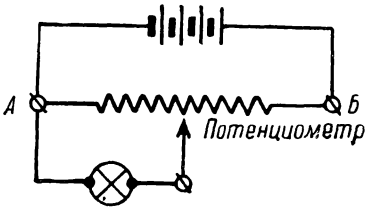


Рис. 67. Включение потенциометра

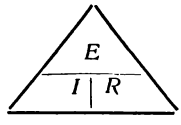
Потенциометры по внешнему виду сходны с реостатами, но отличаются величиной сопротивления и схемой включения (рис. 66).

Реостат включается в разрыв цепи тока — последовательно (см. рис. 63) в двух точках *А* и *Б*. Потенциометр включается всегда концами своего сопротивления *А* и *Б* к зажимам источника тока, т. е. параллельно (рис. 67); потребителю (в данном случае — к лампочке) подключается провод от зажима *А* и от зажима движка потенциометра *Б*. При передвижении ползунка влево напряжение, подводимое к лампочке, уменьшается, при передвижении вправо — увеличивается.

Реостаты применяются для регулировки силы тока в цепи, а потенциометры — для регулировки напряжения, подводимого к потребителю. Для того, чтобы не допустить большого тока в потенциометр, от которого он будет бесполезно нагреваться, величина сопротивления потенциометра всегда будет очень большой и измеряется сотнями и даже тысячами омов.

Закон Ома

Закон Ома — основной закон электротехники. Он связывает между собой все три основные электрические величины: силу тока, сопротивление и электродвижущую силу.



Закон Ома формулируется следующим образом: **сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна электродвижущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению всей цепи.**

Математически закон Ома выражается так:

$$I = \frac{E}{R},$$

где I — сила тока (в амперах);
E — электродвижущая сила (в вольтах);
R — сопротивление (в омах).

Из закона Ома можно сделать следующие выводы:

а) сила тока в цепи зависит от электродвижущей силы источника тока и от сопротивления цепи;

б) сила тока возрастает с увеличением электродвижущей силы или с уменьшением сопротивления цепи;

в) сила тока в цепи уменьшается с уменьшением электродвижущей силы или с увеличением сопротивления цепи.

Вместо электродвижущей силы в формулу закона Ома можно подставить напряжение источника тока в вольтах.

Напряжением на зажимах источника тока называется та часть электродвижущей силы, которая заставляет электроны продвигаться по всей внешней цепи. Это напряжение обозначается латинской буквой U (у).

Другая часть электродвижущей силы, заставляющая электрический ток протекать внутри источника тока, называется **падением напряжения внутри источника тока** и обозначается U_0.

Вся э. д. с. численно равна сумме падения напряжения внутри источника тока (U_0) и напряжения на зажимах (U):

$$E = U + U_0.$$

Таким образом электродвижущая сила составляется из суммы напряжений, затрачиваемых во внешней и внутренней цепях.

Закон Ома дает возможность вычислить третью величину, если известны две другие.

Электродвижущая сила в вольтах (*в*, V) или напряжение численно равны силе тока в амперах (*а*, A), помноженной на полное сопротивление цепи в омах (ом, Ω).

$$U_в = I_а \cdot R_{ом}.$$

Сопротивление цепи в омах численно равно электродвижущей силе или напряжению в вольтах (*в*), деленному на силу тока цепи в амперах (*а*):

$$R_{ом} = \frac{U_в}{I_а}.$$

В целях большей наглядности приводим сводную таблицу основных видов закона Ома:

ТОК равен электродвижущей силе, деленной на сопротивление		
$I = \frac{E}{R}$		АМПЕРЫ $= \frac{\text{ВОЛЬТЫ}}{\text{ОМЫ}}$

СОПРОТИВЛЕНИЕ равно электродвижущей силе, деленной на ток		
$R = \frac{E}{I}$		ОМЫ $= \frac{\text{ВОЛЬТЫ}}{\text{АМПЕРЫ}}$

ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА равна току, умноженному на сопротивление		
$E = I \cdot R$		ВОЛЬТЫ = АМПЕРЫ × ОМЫ

Примеры: 1. К нити накала электронной лампы подведено напряжение, равное 3,6 вольта. Сопротивление нити в накаленном состоянии равно 50 омам. Найти силу тока нити накала лампы.

По закону Ома $I = \frac{U}{R} = \frac{3{,}6}{50} = 0{,}072$ *а*, или 72 *ма*.

2. При включении головного телефона в электрическую цепь миллиамперметр, соединенный последовательно с телефоном, показал силу тока 21 миллиампер. Найти напряжение электрической цепи, если известно, что сопротивление обмотки головного телефона составляет 4000 омов.

По закону Ома $U = I \cdot R$.

В этом случае силу тока в 21 миллиампер нужно сначала превратить в амперы. Учитывая, что ампер — величина в 1000 раз большая, чем миллиампер:

$$I_а = \frac{I_{ма}}{1000} = \frac{21}{1000} = 0{,}021 \ а,$$

т. е. получается численно меньшая величина, но в более крупных единицах — амперах.

$$U = 0{,}021 \cdot 4000 = 84 \ в.$$

3. Напряжение накала, подводимое к нити электронной лампы, — 5,6 вольта. Сила тока накала — 860 миллиампер. Найти сопротивление нити в накаленном состоянии.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5{,}6}{0{,}86},$$ около 6,5 ома.

Соединение сопротивлений

Если конец одного сопротивления соединить с началом второго сопротивления, а конец второго — с началом третьего и т. д., то такое включение сопротивлений называется последовательным (рис. 68).

Включение сопротивлений последовательно одно за другим равносильно удлинению провода, а удлинение провода, как известно, вызывает увели-

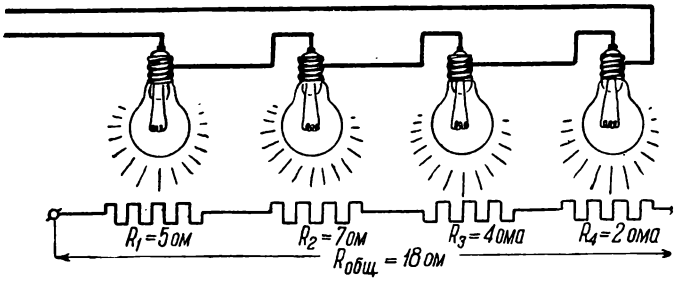


Рис. 68. Последовательное включение сопротивлений (ламп накаливания)

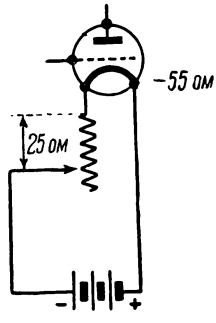


Рис. 69. Цепь накала электронной лампы

чение общего сопротивления. Следовательно, при последовательном соединении сопротивлений величина общего сопротивления возрастает и равна сумме всех включенных сопротивлений.

Обозначим общее сопротивление через $R_{общ.}$, а отдельные сопротивления через R_1, R_2, R_3 и т. д., тогда

$$R_{общ.} = R_1 + R_2 + R_3 \text{ и т. д.}$$

Для приведенного на рис. 68 случая:

$$R_{общ.} = 5 + 7 + 4 + 2 = 18 \text{ омам.}$$

Если все эти сопротивления подключить к источнику электрического тока напряжением 36 вольт, то по закону Ома сила тока в цепи будет равняться:

$$I = \frac{U}{R_{общ.}} = \frac{36}{18} = 2 \text{ а.}$$

В любом сопротивлении, включенном в цепь, сила тока будет одинаковой. В нашем примере во всех точках цепи сила тока будет равна 2 амперам.

Пример. В цепь включено сопротивление $R_1 = 25$ омам и нить накала электронной лампы, имеющей сопротивление $R_2 = 55$ омам (рис. 69). Чему равен ток накала, если напряжение, подаваемое в цепь, $U = 6$ вольтам?

Р е ш е н и е: Находим $R_{общ.}$:

$$R_{общ.} = R_1 + R_2 = 25 + 55 = 80 \text{ омам.}$$

Находим силу тока накала:

$$I = \frac{U}{R_{общ.}} = \frac{6}{80} = 0{,}075 \text{ а.}$$

Ток проходит через нить накала и через сопротивление. Чтобы пройти через них, электрон должен преодолеть их сопротивление, т. е. при этом должна

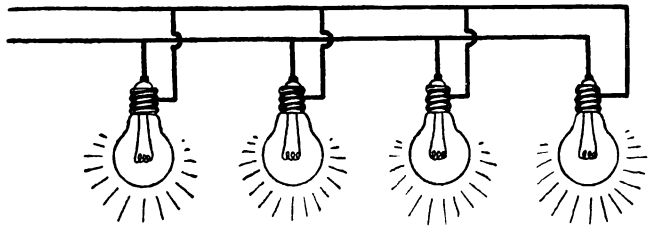


Рис. 70. Параллельное включение ламп накаливания

затратиться какая-то часть общего напряжения. В случае п о с л е д о в а т е л ь н о г о включения общее напряжение распределяется на все включенные сопротивления соответственно (пропорционально) их величинам, создавая на каждом сопротивлении падение напряжения.

В нашем примере не все напряжение, подаваемое в цепь (6 в), будет приложено к нити накала, а меньшее, так как часть напряжения падает в сопротивлении.

Если сопротивления включены в цепь так, что ток разветвляется из общей точки, такое включение называется п а р а л л е л ь н ы м (рис. 70).

При параллельном включении общее сопротивление цепи уменьшается и становится меньше самого малого из включенных сопротивлений.

На рис. 71 показано параллельное включение двух сопротивлений в

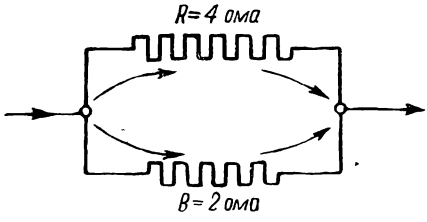


Рис. 71. Параллельное включение сопротивлений

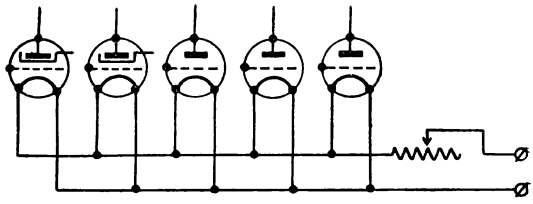


Рис. 72. Цепь накала электронных ламп

2 и 4 ома. Можно заранее сказать, что общее сопротивление цепи будет меньше 2 омов, так как ток проходит одновременно по двум ветвям и путь для него стал шире, свободнее.

При параллельном соединении сопротивлений сила тока увеличивается, часть тока протекает по одному сопротивлению, часть — по другому.

При двух сопротивлениях, включенных параллельно, общее сопротивление цепи подсчитывается по формуле:

$$R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если параллельно включено несколько одинаковых сопротивлений, общее сопротивление можно подсчитать по формуле:

$$R_{\text{общ.}} = \frac{R}{n},$$

где R — величина одного сопротивления;

n — число одинаковых сопротивлений, включенных параллельно.

Все параллельно включенные сопротивления разветвляются в одной точке и сходятся опять в одной общей точке; следовательно, они все находятся под одним и тем же электрическим напряжением.

Примеры: 1. Два сопротивления: $R_1 = 3$ омам и $R_2 = 6$ омам включены параллельно. Найти общее сопротивление.

Решение.

$$R_{\text{общ.}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ омам}.$$

2. В усилительном устройстве имеется 5 электронных ламп, все нити накала которых включены параллельно (рис. 72). Найти общее сопротивление всех нитей, если сопротивление каждой нити равно 55 омам.

Решение.

$$R_{\text{общ.}} = \frac{R}{n} = \frac{55}{5} = 11 \text{ омам}.$$

Если в электрической цепи часть сопротивлений включена параллельно, а часть последовательно, такое включение сопротивлений называется смешанным включением.

Из решенной выше задачи известно, что нити всех пяти ламп усилительного устройства, включенных параллельно, имеют общее сопротивление, равное 11 омам, к ним добавлено еще одно сопротивление, включенное последовательно в цепь накала и равное 25 омам. Чему равно полное сопротивление всей цепи?

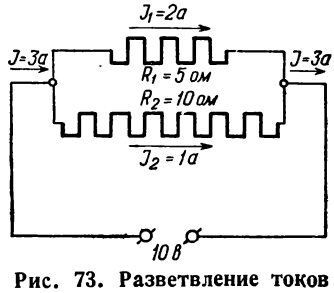


Рис. 73. Разветвление токов в параллельных ветвях

При параллельном включении сопротивлений ток разветвляется по каждому из них. Вычислить силу тока в параллельно включенной ветви можно, пользуясь первым законом Кирхгофа, который гласит: сила тока, притекающего к точке разветвления, равна сумме сил токов, утекающих из этой точки, т. е. если сложить все токи, идущие по всем параллельным ветвям, то полученная сумма будет равна силе тока, идущего в общем проводе до его разветвления.

$$R_{\text{цепи}} = R_{\text{нитей ламп}} + R_{\text{реостата}} = 11 + 25 = 36 \text{ омам}.$$

Пример. Даны два сопротивления, включенные параллельно (рис. 73); из них $R_1 = 5$ омам, $R_2 = 10$ омам; напряжение, подводимое к параллельно включенным сопротивлениям, равно 10 вольтам. Найти силу тока в каждой параллельной ветви и в общем проводе.

Р е ш е н и е. Оба сопротивления R_1 и R_2 находятся под одним и тем же напряжением, равным 10 вольтам; следовательно, силу тока в каждой ветви можно найти по закону Ома:

$$I = \frac{U}{R_1} = \frac{10}{5} = 2\ a;\quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{10}{10} = 1\ a.$$

Ток в общем проводе равен сумме сил токов ветвей; следовательно:

$$I_{общ.} = I_1 + I_2 = 2 + 1 = 3\ \ a.$$

Заметим, что ток разветвился по числу ветвей и большая сила тока пошла в ту ветвь, которая имеет меньшее сопротивление, и, наоборот, меньшая сила тока пошла в ответвление, которое имеет большее сопротивление.

Тепловое действие тока

В процессе прохождения тока по проводнику двигающиеся электроны сталкиваются, испытывая удары и трение с соседними атомами и молекулами.

Трение, как известно, нагревает тело и повышает его температуру. Прямым следствием протекания электрического тока является нагревание проводника: чем больший ток проходит по проводнику, тем сильнее он нагревается. Один и тот же ток, проходя по различным проводникам, будет нагревать их в различной степени. Так, например, ток осветительной сети, проходя по проводам, почти их не нагревает; тот же ток, проходя по тоненькому волоску лампы, нагревает его до такой степени, что волосок накаливается до состояния свечения и выделяет тепло, нагревающее баллон лампы.

Свойство электрического тока выделять тепло в проводах, по которым он проходит, широко используется в технике и в быту: на этом принципе построены тепловые электроизмерительные приборы, электрические паяль-

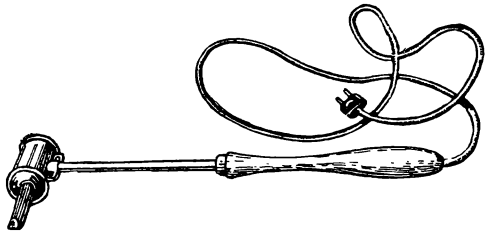


Рис. 74. Электрический паяльник

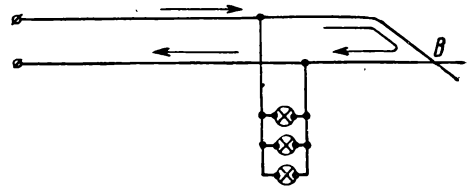


Рис. 75. Короткое замыкание в сети электрического освещения

ники, печи, утюги и т. д. В электрических нагревательных приборах применяется проволока с большим удельным сопротивлением, намотанная на огнеупорный изоляционный материал. Тепло, выделяемое проволокой, передается металлической массе (в паяльнике, рис. 74) или же непосредственно нагреваемому предмету (воде в чайнике).

Короткое замыкание. В случае, если провода, подводящие электрический ток потребителям, соединяются помимо приборов, создавая для тока параллельную ветвь, сопротивление всей цепи станет очень малым, вследствие чего сила тока возрастает в десятки и сотни раз, при этом ток че-

рез приборы почти не пойдет, а пройдет через соединение проводов (закон Кирхгофа). Сила тока достигает величины в десятки и сотни ампер, в результате выделяется такое количество тепла, что загорается изоляция, накаливаются и перегорают провода, выходят из строя источники тока, так как ни провода, ни приборы не рассчитаны на такую величину силы тока.

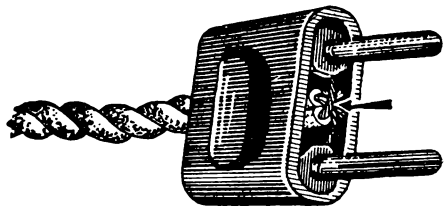


Рис. 76. Короткое замыкание в штепсельной вилке

Явление замыкания проводов, по которым протекает ток, минуя потребителей, называется к о р о т к и м з а м ы к а н и е м.

П р и м е р. В проводе осветительной сети напряжением 120 вольт включены лампы электрического освещения. Провода в точке B (рис. 75) касаются друг друга и вызывают ток короткого замыкания. Чему равен этот ток, если сопротивление равно 1 ому?

Р е ш е н и е. По закону Ома:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{1} = 120\ a.$$

Сила тока в 120 ампер выделит в проводе такое количество тепла, которое неминуемо послужит причиной пожара, а в лампочки будет ответвляться столь незначительный ток, что они даже не будут накаливаться.

В практике эксплоатации передвижных киноустановок короткие замыкания могут случайно возникнуть в колодках и вилках соединительных

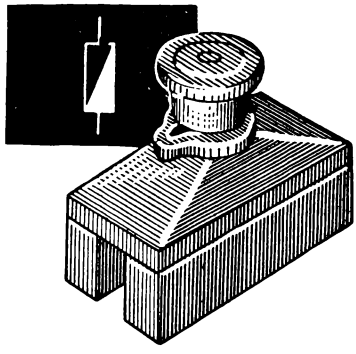


Рис. 77. Плавкий предохранитель

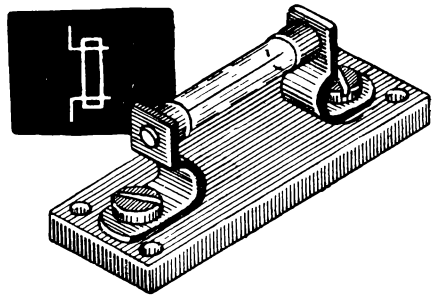


Рис. 78. Предохранитель Бозе

шлангов (рис. 76) или от соединений в проводах, идущих от генератора электростанций к киноустановке, что угрожает исправности генератора. Чаще всего короткие замыкания возникают в результате небрежных включений, наличия болтающихся оголенных концов проводов, небрежного монтажа.

В целях предохранения токоприемников и источников тока от повреждений при коротких замыканиях в цепь последовательно включаются п л а в к и е п р е д о х р а н и т е л и — проволока из легкоплавкого металла, более тонкая, чем провода, по которым подается ток.

В случае прохождения по цепи чрезмерно большого тока плавкие предохранители сгорают, тем самым разрывая электрическую цепь и предохраняя электрические устройства от порчи (рис. 77).

В некоторых усилительных устройствах, применяемых в кино, устанавливаются предохранители типа Бозе (рис. 78). Такой предохранитель состоит из вставки, заключенной в стеклянную трубку, и держателей, через которые подводится электрический ток.

Работа и мощность электрического тока

Проходя по обмотке паяльника, электрический ток прогревает детали, которые надо спаять, и плавит олово, т. е. превращает электрическую энергию в т е п л о в у ю энергию, использованную для плавления олова.

Электрическая энергия может превращаться и в другие виды энергии; так, например, ток, подаваемый в электродвигатель кинопроектора, вращает ротор и связанный с ним механизм кинопроектора. В этом случае электрическая энергия превратилась в энергию м е х а н и ч е с к у ю.

Электрические приборы совершают р а б о т у, на которую затрачивается энергия, поступающая от источника тока.

Работа, производимая в единицу времени, называется м о щ н о с т ь ю.

За единицу электрической мощности P принимают один ватт, обозначаемый *вт* (W — дубль вэ).

В а т т — мощность тока силой в 1 ампер при напряжении в 1 вольт.

Мощность определяется по формуле:

$$P_{вт} = U_в \cdot I_а.$$

П р и м е р. Электрогенератор передвижной электростанции при напряжении 120 вольт подает на киноустановку ток в 5,5 ампера. Чему равна потребляемая киноустановкой мощность?

Р е ш е н и е.

$$P = U \cdot I = 120 \cdot 5{,}5 = 660 \text{ } вт.$$

Большие мощности измеряются киловаттами (*квт* или *kW*). Один киловатт больше ватта в 1000 раз (1 *квт* = 1000 *вт*).

Механическая мощность измеряется в л о ш а д и н ы х с и л а х (л. с.). Чтобы перейти от мощности электрической к мощности механической, необходимо знать, что 1 киловатт равен 1,36 лошадиной силы.

При переходе от мощности механической к электрической необходимо знать, что 1 лошадиная сила равна 736 ваттам, или 0,736 киловатта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о строении атома.
2. Что такое электрический ток?
3. Какая разница между напряжением и э.д.с.?
4. От чего зависит величина сопротивления проводника?
5. Почему через диэлектрики не проходит электрический ток?
6. Какая разница между реостатом и потенциометром?
7. В каких единицах измеряются сила тока, сопротивление и напряжение?
8. При каком соединении сопротивлений уменьшается общее сопротивление?
9. Какими приборами измеряются сила тока и напряжение?
10. Дайте формулировку закона Ома.
11. Расскажите о назначении и работе предохранителя.
12. Почему опасно явление короткого замыкания?
13. В каких единицах измеряется мощность электрического тока?

Глава 8

МАГНЕТИЗМ И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Магнетизм

Магнетизмом называется способность тел притягивать к себе железные предметы. Тела, обладающие этой способностью, называются магнитами.

Магниты делятся на естественные, встречающиеся в природе в виде особого сорта горной породы — магнитного железняка, и на искусственные. Практически мы чаще всего встречаемся с искусственными постоянными магнитами: в некоторых громкоговорителях, головных телефонах, в магнето, адаптерах и т. п.

Если по стальной полоске проводить каким-либо магнитом, то она начнет притягивать легкие железные предметы (иголки, гвозди и т. п.), т. е. сама полоска станет магнитом. Это значит, что мы искусственно намагнитили стальную полоску.

Если намагничивать полоску из мягкого железа, то она проявит магнитные свойства лишь в момент прикосновения к ней постоянного магнита;

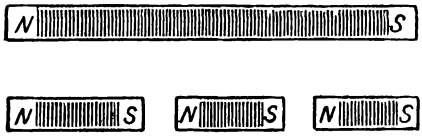


Рис. 79. Полюсы магнитов

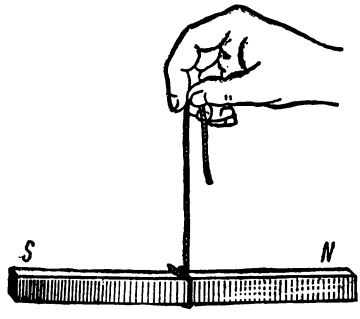


Рис. 80. Свободно подвешенный магнит поворачивается всегда в определенном направлении

стоит только оторвать ее от магнита, как железная полоска сразу же потеряет магнитные свойства. Это значит, что намагниченная сталь сохраняет магнитные свойства, а железо сразу же размагничивается.

Свойство тел сохранять полученный магнетизм называется остаточным магнетизмом. Сталь хорошо сохраняет магнетизм; поэтому постоянные магниты делают из стали. В железе (в особенности в таких его сортах, как трансформаторное и динамное) остаточный магнетизм незначителен.

У всякого постоянного магнита наибольшая сила притяжения проявляется на его концах. Середина магнитов этой силой не обладает, поэтому она называется безразличной, или нейтральной зоной. Те точки магнитов, которые притягивают железо с наибольшей силой, называются полюсами магнитов.

Любой магнит имеет два полюса: на сколько бы частей мы ни разрезали постоянный магнит, каждый отрезок все равно будет магнитным и будет иметь два полюса (рис. 79).

Если подвесить магнит на нитку (рис. 80), то он одним своим концом будет все время поворачиваться на север; поэтому этот конец магнита

называется северным полюсом и обозначается буквой N (норд). Противоположный конец магнита называется южным полюсом и обозначается буквой S (зюйд); на этом принципе устроен компас.

Если поднести магнит северным полюсом к северному полюсу другого магнита, или южным к южному, можно заметить, что они отталкиваются друг от друга и, наоборот, притягиваются друг к другу разноименными полюсами (рис. 81). На этом основании можно сделать вывод, что одноименные полюсы магнитов отталкиваются, а разноименные притягиваются. Притяжение и отталкивание магнитов наблюдаются и на некотором расстоянии, что свидетельствует о наличии вокруг полюсов магнита каких-то сил, притягивающих к магниту железные предметы.

Если положить на магнит бумагу и равномерно насыпать железные опилки, то они расположатся цепочками от одного полюса к другому (рис. 82) и образуют магнитный спектр, в зоне которого все железные тела будут испытывать притяжение.

Пространство, в котором наблюдается действие магнитных сил, называется магнитным полем.

Магнитное поле создается силовыми линиями. Число воображаемых силовых линий в воздухе, приходящееся на 1 $см^2$ площади, называется напряженностью магнитного поля.

Как видно из рис. 82, напряженность магнитного поля у полюсов больше, нежели во всех прочих местах. Магнитные силовые линии имеют свое направление: выходят из северного полюса и через пространство, окружающее магнит, входят в южный полюс.

Притянуть магнитом медные, латунные или алюминиевые предметы нельзя, так как ни медь, ни алюминий, ни латунь не притягиваются магнитом. Такие тела называются антимагнитами, или диамагнитами.

Магниты могут потерять свои магнитные свойства от ударов, нагревания или неправильного хранения. Хранить магнит надо, замкнув его по-

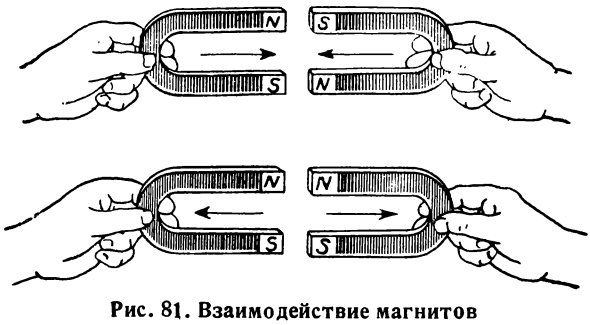


Рис. 81. Взаимодействие магнитов

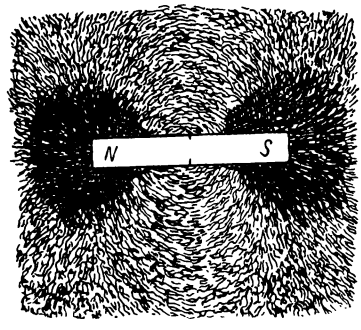


Рис. 82. Магнитное поле магнита

люсы железной пластиной. Разбирая магнето двигателя внутреннего сгорания, нужно помнить, что по магнитам нельзя стучать.

Каждая частица магнита, как бы мала она ни была, представляет собой отдельный, совершенно самостоятельный магнит. В ненамагниченном железе магнитные молекулы расположены в беспорядке (рис. 83); вследствие этого магнитные поля магнитов не могут создать общего магнитного потока;

поэтому железо не проявляет магнитных свойств. При намагничивании железного бруска все элементарные магнитики-молекулы повертываются своими одноименными полюсами в одну сторону, магнитные поля их складываются, и железо проявляет свойства магнита (рис. 84).

Если к полюсам магнита приблизить железный брусок, последний сам становится магнитом вследствие того, что поле магнита заставляет маг-



Рис. 83. Расположение молекул в ненамагниченном железе

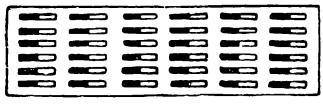


Рис. 84. Расположение молекул в намагниченном железе

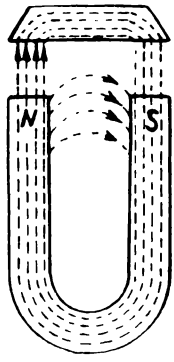


Рис. 85. Магнитная индукция

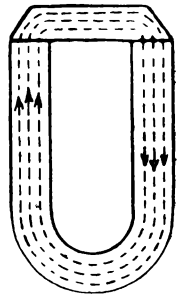


Рис. 86. Замкнутая магнитная цепь

нитики-молекулы железного бруска стать в определенный порядок. Это влияние магнита на расстоянии называется магнитной индукцией (рис. 85).

Магнитную индукцию измеряют числом магнитных силовых линий, проходящих через 1 $см^2$ внутри железного сердечника.

Притяжение магнита проявляется не только через воздух, но и через различные тела: бумагу, стекло, дерево, воду и т. п., следовательно, через них проходят магнитные силовые линии. Однако не через все тела магнитные силовые линии проходят одинаково. Наилучший проводник силовых линий — мягкое железо; немного худший — сталь; еще более худший — никель и т. д. Способность тела (среды) пропускать магнитный поток называется магнитной проницаемостью.

Если к полюсам подковообразного магнита (рис. 86) поднести кусок железа (якорь), то большинство магнитных силовых линий пройдет через якорь, так как железо обладает бóльшей магнитной проницаемостью, чем воздух.

Магнитный поток, проходящий через якорь, называется полезным магнитным потоком.

Та часть магнитного потока, которая замкнется через воздух помимо якоря, называется потоком магнитного рассеивания, или утечкой. Замкнув полюсы магнита железом, получим замкнутую магнитную цепь.

Электромагнетизм

Магнитные явления неразрывно связаны с электрическим током. В этом легко убедиться, если к медной проволоке поднести компас. Медная проволока никакого влияния на компас не окажет, но стоит только пропустить через нее электрический ток, как магнитная стрелка компаса повернется перпендикулярно к проводнику с током.

Это дает основание сделать вывод, что электрический ток, проходя по проводнику, создает вокруг него магнитное поле, в это время проводник становится как бы магнитом. При выключении тока магнитное поле вокруг проводника исчезает и пропадают магнитные свойства проводника.

Магнитные силовые линии в магнитном поле проводника с током имеют вполне определенное направление (рис. 87), которое определяется по правилу буравчика (рис. 88).

Правило буравчика состоит в том, что, если мысленно ввинчивать буравчик по направлению движения тока, ручка будет вращаться в направлении силовых линий.

Если медный провод, по которому проходит ток, свернуть в виде спирали или катушки, называемой соленоидом (рис. 89), магнитные свойства соленоида резко усилятся на его концах (полюсах). Это объясняется тем, что силовые линии каждого витка, проходя внутри катушки, складываются в один общий магнитный поток. Напряженность магнитного поля внутри катушки и у полюсов, как это видно из рис. 89, гораздо больше, чем с боков катушки; магнитные свойства на концах будут усилены.

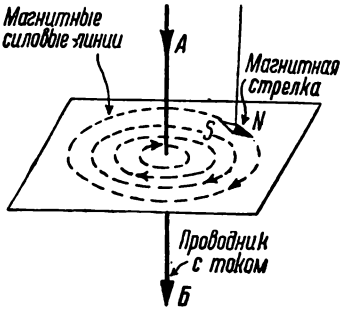


Рис. 87. Влияние проводника с током на магнитную стрелку

Соленоид, как и обычный магнит, имеет два магнитных полюса — северный и южный. Если внутрь соленоида, по которому проходит ток, вставить железный стержень-сердечник, то его магнитные свойства еще более усилятся. Объясняется это тем, что магнитным силовым линиям значительно легче пройти по железу сердечника, чем по воздуху. Сердечник втягивает в себя магнитные силовые линии, вследствие чего напряженность магнитного поля в сердечнике повышается, что и усиливает магнитные свойства соленоида.

Полярность сердечника, т. е. расположение северного и южного полюсов, зависит от направления тока в катушке: если изменить направление тока на обратное, то и полюсы поменяются местами.

Прибор, состоящий из железного сердечника и окружающей его обмотки, по которой проходит электрический ток, называется электромагнитом.

Для увеличения подъемной силы магнита сердечник иногда сгибают в виде подковы (рис. 90). Сила притяжения электромагнита (его подъемная сила) зависит от двух величин: от силы тока, проходящего по обмотке электромагнита, и от числа витков катушки электромагнита. Чем больше число витков и чем больше сила тока, тем больше магнитный поток, а следовательно, больше подъемная сила электромагнита.

Произведение силы тока на число витков электромагнита называется ампервитками.

Ампервитками измеряется так называемая магнитодвижущая сила, которая создает в магнитной цепи магнитный поток.

Однако для каждого электромагнита существует предел, после которого магнитный поток, а, следовательно, и подъемная сила электромагнита остаются постоянными, сколько бы ни увеличивалась сила тока в обмотках. Такое состояние сердечника электромагнита называется магнитным насыщением.

Основное требование, предъявляемое к электромагниту, состоит в том,

чтобы он терял свои магнитные свойства в момент прекращения тока в цепи. Это возможно в случае, если материал сердечника не имеет остаточного магнетизма; поэтому сердечник делают не из стали, а из мягкого железа. В сердечнике из целого куска железа, кроме тока, который идет по катушке, возбуждаются еще свои собственные токи, уменьшающие значение основного тока катушки и вызывающие вредное нагревание сердечника. Эти токи носят название т о к о в Ф у к о. Чтобы затруднить появление

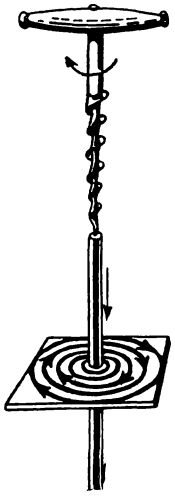


Рис. 88. Правило буравчика

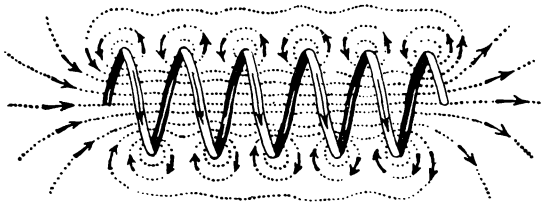


Рис. 89. Магнитное поле соленоида

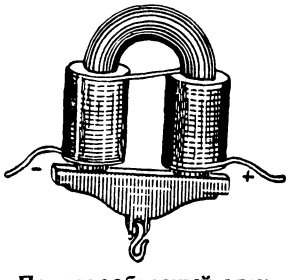


Рис. 90. Подковообразный электромагнит

вредных токов Фуко, сердечник собирается из отдельных железных пластинок или проволоки, изолированных друг от друга бумагой или лаком. Такие сердечники применяются в трансформаторах, дросселях, электродвигателях и т. п.

Действие магнитного поля на проводник с током и электромагнитная индукция

Если между полюсами постоянного магнита поместить проводник (рис. 91), обозначенный на рисунке в разрезе (+), и по нему пропустить ток в каком-либо направлении, то проводник будет выталкиваться из междуполюсного пространства. Это объясняется тем, что вокруг проводника создается свое магнитное поле, которое, взаимодействуя с магнитным полем постоянного магнита, выталкивается из него вместе с проводником. На этом принципе устроены магнитоэлектрические измерительные приборы (рис. 92).

Основной частью магнитоэлектрического измерительного прибора является вращающаяся вокруг своей оси рамка с намотанной на нее катушкой. Концы катушки выведены на концы оси, а с концов оси через спиральные пружины — к выводным клеммам, обозначенным + (плюс) и — (минус). Спиральные пружины при отсутствии тока заставляют стрелку вместе с рамкой становиться в нулевое (левое) положение. При прохождении тока по катушке прибора витки катушки, расположенные под северным полюсом магнита, выталкиваются кверху, а витки, расположенные под юж-

ным полюсом, выталкиваются вниз, что заставляет повернуться всю рамку со стрелкой. Чем сильнее ток, тем больше угол поворота рамки.

Прибор работает только тогда, когда ток проходит в одном, заранее указанном на приборе направлении. Если изменить направление тока, рамка будет стремиться повернуться вместе со стрелкой в обратном направлении, и прибор показаний не даст.

На принципе выталкивания проводника с током из магнитного поля построен электродвигатель (рис. 93). Между полюсами постоянных магнитов или электромагнитов расположен вращающийся на своей оси барабан. На барабане намотаны витки катушки, через которые пропускается ток от какого-нибудь источника. На рис. 93 показан в сечении только один виток, причем по верхнему проводнику ток идет от нас, а по нижнему ток возвращается в обратном направлении и идет на нас. Магнитное поле магнита вытолкнет верхний провод влево, а нижний провод вправо, что заставит повернуться барабан. На месте прежних проводников станут новые проводники с током, которые будут также выталкиваться; в результате барабан будет вращаться до тех пор, пока по обмотке будет проходить ток. Проводник с током, помещенный в магнитное поле, приходит в движение. Если проводник без включенного в него источника тока замкнуть на чувствительный электроизмерительный прибор, дающий показания в обе стороны с нулем по середине шкалы (рис. 94), или на лампочку и быстро перемещать этот проводник вверх и вниз между полюсами магнита поперек силовых линий магнитного поля, то прибор даст показания и лампочка вспыхнет, хотя никаких источников тока в цепи нет. Если проводник опускается вниз, стрелка прибора отклоняется влево; если проводник перемещается вверх, стрелка прибора отклоняется вправо; следовательно, в цепи появляется электрический ток.

Если же двигать проводник от одного полюса магнита к другому вдоль силовых линий магнитного поля (слева направо и обратно), никакой ток в цепи возбуждаться не будет.

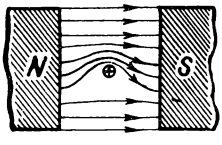


Рис. 91. Выталкивание магнитным полем проводника с током

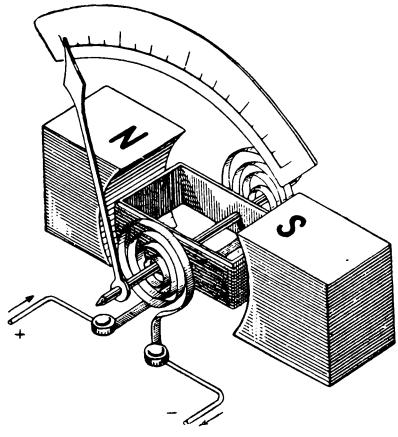


Рис. 92. Принцип устройства магнитоэлектрического прибора

Если поместить проводник между полюсами, где магнитное поле наиболее густо, и держать его в этом положении, установим отсутствие показания прибора, т. е. тока в цепи нет.

Медленно перемещая проводник сверху вниз и обратно, заметим незначительные отклонения стрелки прибора.

Смотав длинный проводник в катушку и перемещая ее между полюсами двух подковообразных магнитов, сложенных одноименными полюсами,

заметим, что показания прибора резко возрастут и лампочка будет ярче вспыхивать.

Явление возникновения в проводнике электродвижущей силы при пересечении им силовых линий магнитного поля называется электромагнитной индукцией.

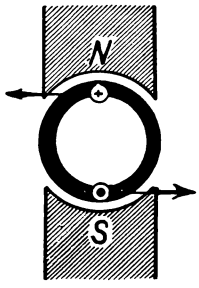


Рис. 93. Принцип работы электромотора

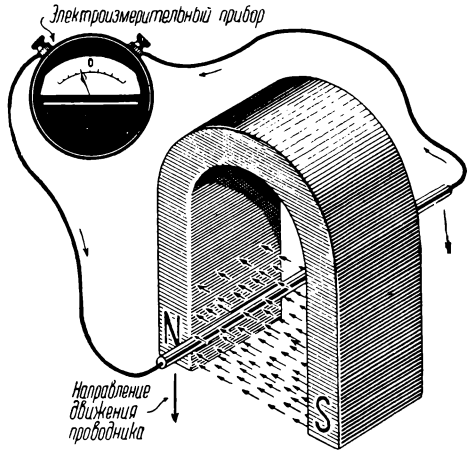


Рис. 94. При движении проводника в магнитном поле в направлении, указанном стрелками, появляется электрический ток

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1) индуктированная э. д. с. возникает в проводнике лишь при пересечении последним силовых линий магнитного поля;

2) направление индуктированной э. д. с. зависит от двух причин: от направления силовых линий магнитного поля и от направления движения проводника. В случае изменения того и другого в замкнутом проводнике изменится и направление тока;

3) величина индуктированной э. д. с. зависит от трех причин: от напряженности магнитного поля (чем больше напряженность, тем больше э. д. с.); от активной длины проводника, т. е. той длины, которая участвует в пересечении магнитных силовых линий (чем длиннее проводник, тем больше э. д. с.); от скорости пересечения магнитного поля (чем больше скорость, тем больше э. д. с.).

Ток в замкнутом проводнике индуктируется не только от магнитного поля постоянных магнитов, но и от любого магнитного поля, пересекающего проводник.

Разберем схему, показанную на рис. 95.

Провода, обозначенные двойной чертой, расположены параллельно. В момент, когда мы включаем ток в цепь первого проводника, электроизмерительный прибор, включенный в цепь второго проводника, показывает наличие тока. В дальнейшем, хотя по цепи проводника *I* и будет проходить ток, э. д. с. в проводнике *II* индуктироваться не будет, так как магнитное поле проводника *I* уже образовалось и больше не изменяется, а магнитные силовые линии не пересекают проводника *II*.

Если выключить ток в проводник *I*, то в этот момент опять появится ток в проводнике *II* (в обратном направлении), так как вместе с током ис-

чезло магнитное поле, а при исчезновении поля магнитные силовые линии снова пересекут проводник. Вместо двух проводников можно взять две катушки (рис. 96). По катушке *I* пропустим электрический ток, а катушку

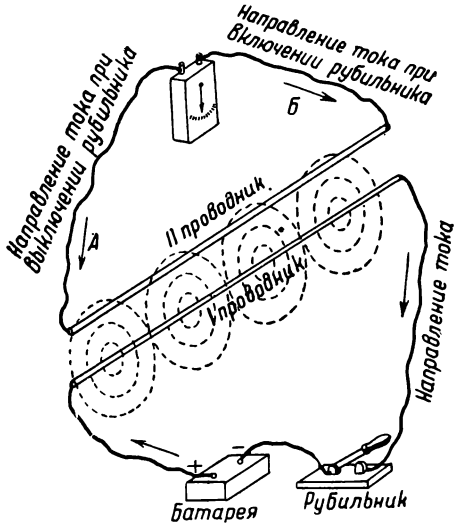


Рис. 95. При включении и выключении тока в проводнике *I* возникает ток и в проводнике *II*

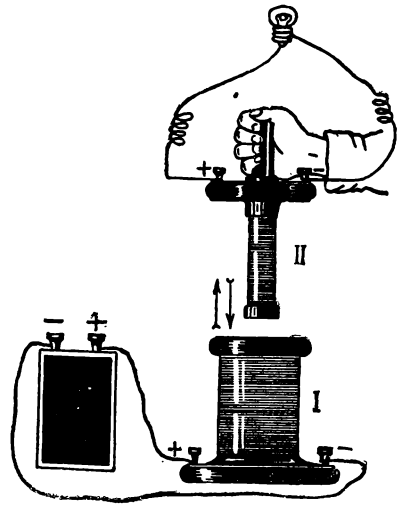


Рис. 96. Получение индуктированного тока в катушке *II* при ее движении вверх и вниз внутри катушки *I*

II будем быстро приближать и удалять в направлениях, указанных стрелками; в результате получим индуктированный ток в катушке *II* за счет пересечения ее витков магнитными силовыми линиями.

Самоиндукция

Если электрическую батарею или другой источник тока замкнуть проводником, то вокруг последнего создается магнитное поле.

В проводе, намотанном в виде катушки, магнитное поле усиливается (рис. 97); если выключить батарею в цепи, исчезнет ток и исчезнет магнитное поле.

Как будет исчезать магнитное поле? Замкнутые линии магнитного поля будут сужаться, как бы втягиваясь в проводник до полного их исчезновения; сужаясь, они, естественно, пересекут проводник. Если какое-либо магнитное поле пересекает проводник, в проводнике возникает э. д. с. индукции.

Так как эта э. д. с. возбуждает ток в своем же проводнике, то она называется э. д. с. самоиндукции.

Это явление подтверждается рядом простейших опытов.

1. Включим в цепь батареи электроизмерительный прибор и заметим его показание. Затем разрежем ножницами проводник (рис. 98). В момент разрыва цепи показание прибора возрастет.

2. Соберем схему (рис. 99) из катушки *А* с большим числом витков толстой проволоки, лампочки карманного фонаря и одного элемента в 1,5 вольта.

Если посредством выключателя *B* замкнуть ток, по катушке и по лампочке пойдет ток. Лампочка при этом будет едва-едва накаливаться, но стоит быстро выключить ток, как она на мгновенье вспыхнет ярким светом. Это объясняется возникновением электродвижущей силы самоиндукции в катушке в момент прекращения тока батареи.

Из этого видно, что э. д. с. самоиндукции может быть гораздо выше напряжения источника тока, вызвавшего ее.

Величина э. д. с. самоиндукции зависит от магнитного поля; но так как магнитное поле катушки гораздо сильнее магнитного поля одиночного провода, то катушки обладают и большей самоиндукцией. Если в катушку вставить сердечник, — самоиндукция резко увеличится и может возрасти в несколько десятков раз.

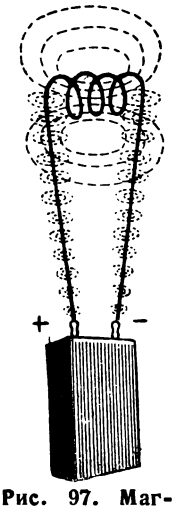


Рис. 97. Магнитное поле проводника и катушки

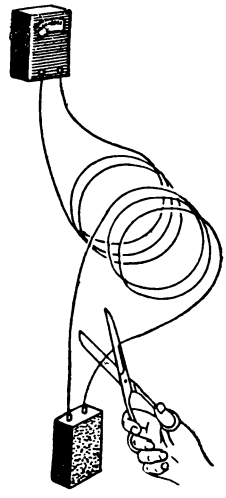


Рис. 98. В момент перерезания проводника в нем возникает э.д.с.

Самоиндукция влияет на ток, который идет в проводе. Если сила тока в проводе возрастает, то э. д. с. самоиндукции стремится задержать нарастание тока. Если сила тока в цепи уменьшается или прекращается, то э. д. с. самоиндукции стремится силу тока оставить прежней. Этим объясняется, что при выключении рубильника ток по разомкнутой цепи проходит в виде искры. Этот ток носит название э к с т р а т о к а р а з м ы к а н и я.

Если по проводнику проходит постоянный ток (т. е. ток, не меняющийся ни по силе, ни по направлению), то в таком проводе э. д. с. самоиндукции возникает всего два раза: в момент включения тока и в момент его выключения. В цепи переменного тока в проводах действует э. д. с. самоиндукции все время, так как там непрерывно меняется магнитное поле.

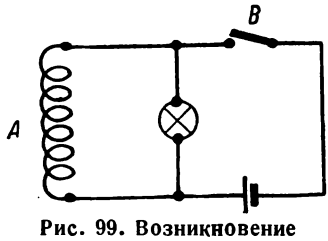


Рис. 99. Возникновение э. д. с. самоиндукции в катушке

Способность различных катушек возбуждать э. д. с. самоиндукции характеризуется к о э ф и ц и е н т о м с а м о и н д у к ц и и, который зависит от числа витков, формы и конструкции самой катушки. Коэфициент самоиндукции катушки обозначается буквой *L* (эль); за единицу коэфициента самоиндукции принят генри (*гн* и *H*).

Г е н р и — коэфициент с а м о и н д у к ц и и такой катушки, в которой при изменении силы тока на один ампер в одну секунду индуктируется э. д. с. самоиндукции, равная одному вольту.

Генри — сравнительно большая величина. Такой величиной обладают катушки с сердечниками. Самоиндукция катушек без сердечников обычно меньше 1 *гн* и измеряется в долях генри.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как можно намагнитить стальную пластинку?
2. Какими свойствами обладает постоянный магнит?
3. Что называется магнитным полем и его напряженностью?
4. Что такое магнитная индукция?
5. Чем определяется подъемная сила электромагнита?
6. Назовите приборы, действующие на основе электромагнетизма.
7. Какие тела являются антимагнитными?
8. Объясните, что называется электромагнитной индукцией?
9. Назовите приборы, работающие на основе электромагнитной индукции.
10. Объясните принцип действия магнитного поля на проводник с током и укажите приборы, основанные на этом явлении.
11. От чего зависит величина индуктированной электродвижущей силы?
12. Что такое самоиндукция и какими единицами она измеряется?

Глава 9

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Параметры переменного тока

Явление электромагнитной индукции может получить техническое применение, если непрерывно индуктировать напряжение в электрических цепях.

Приведенная на рис. 94 схема этому условию не удовлетворяет, так как индуктированное напряжение исчезает, как только проводник выводится за пределы магнитного поля.

Лучший результат дает схема, показанная на рис. 100. Проволочная рамка (виток) вращается в магнитном поле с постоянной скоростью; концы витка соединены с вольтметром скользящими контактами. Изменение величины магнитного потока, пронизывающего виток, будет происходить непрерывно, хотя поток, создаваемый электромагнитом, остается неизменным.

Чтобы убедиться в изменении магнитного потока, пронизывающего виток, сравним положения витка *а* на рис. 101 с положением витка *в*. В положении *в* поток, пронизывающий виток, равен нулю: ни одна магнитная линия его не пронизывает, так как плоскость витка параллельна направлению магнитных линий. В положении *а* плоскость витка перпендикулярна (образует прямой угол) к магнитным линиям.

Величина напряжения, индуктируемого в витке в различные моменты времени, будет не одинаковой, а переменной. Переменным, следовательно, будет и ток, проходящий в цепи.

Переменным электрическим током называется такой ток, у которого меняются направление и величина, в отличие от постоянного тока, направление которого не меняется.

В положении *а* (см. рис. 101) напряжение в витке равно нулю. Если слегка повернуть виток по часовой стрелке, то его стороны лишь скользнут вдоль магнитных линий: число магнитных линий, пронизывающих виток, почти не изменится; следовательно, напряжение будет оставаться близким к нулю.

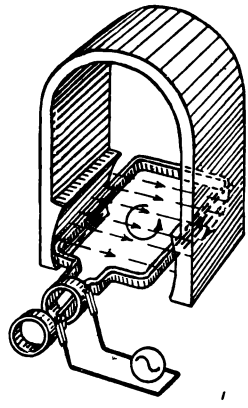


Рис. 100. Схема простейшего генератора переменного тока

В случае увеличения угла поворота все большее и большее число магнитных линий будет оставаться за пределами витка. Одновременно увеличиваются скорость убывания магнитного потока и напряжение, наводимое в витке в результате изменения магнитного потока.

В положении *в* напряжение достигает наибольшего значения; это объясняется тем, что движение витка происходит поперек магнитных линий, следовательно, при незначительном перемещении витка захватывается значительное количество магнитных силовых линий. Наибольшее значение напряжения (максимум) наступает в тот момент, когда число магнитных линий, пронизывающих вращающийся виток, равно нулю.

Объясняется это тем, что величина индуктируемого напряжения зависит не от величины потока, пронизывающего виток, а только от скорости изменения потока.

В положении *г* направление тока остается прежним, но величина его уменьшилась, так как направление движения витка приближается к направлению магнитных линий.

В положении *д* направление движения витка полностью совпадает с направлением магнитных силовых линий: в этот момент число линий в витке

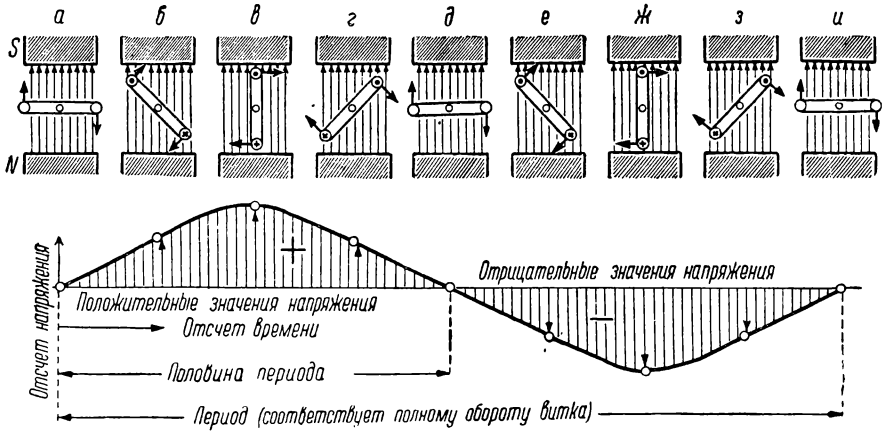


Рис. 101. Изменения напряжения и знака электрического тока на концах витка, вращающегося в магнитном поле

не меняется, в связи с чем напряжение падает до нуля, аналогично положению *а*, несмотря на то, что виток пронизывается наибольшим потоком.

Вслед за переходом через нулевое (мертвое) положение напряжение и ток в витке меняют направление; в этом легко убедиться, применив правило штопора, например, для положения *е*.

Положения *е*, *ж*, *з*, *и* в общем соответствуют положениям *б*, *в*, *г*, *д*; разница лишь в направлении токов.

Принцип устройства генератора переменного тока ничем не отличается от рассмотренного вращения витка в магнитном поле.

Рассмотрим основные величины, характеризующие переменный ток, так называемые параметры переменного тока.

На рис. 102 графически изображено изменение силы переменного тока по времени в обоих направлениях. Из графика видно, что время, в течение которого ток идет в одном направлении, равно времени прохождения тока в другом направлении, т. е. ток изменяется и по силе и по направлению через равные промежутки времени.

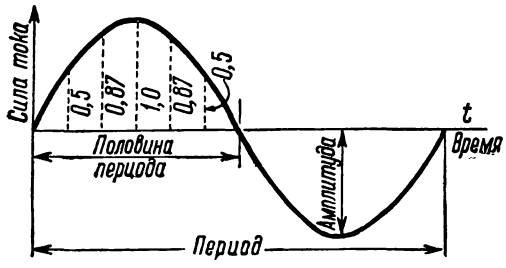


Рис. 102. Графическое изображение изменения силы переменного тока

Отрезок времени, в течение которого ток (или э. д. с.) совершает полное изменение по силе как в одном, так и в обратном направлениях, называется периодом, обозначается буквой T и исчисляется долями секунды.

По времени период всегда меньше 1 секунды. В течение 1 секунды может укладываться большое количество периодов, поэтому переменный ток часто характеризуют не периодом, а его частотой.

Частотой переменного тока называется число полных периодов переменного тока, совершаемых за время в 1 секунду.

Частота переменного тока обозначается буквой f и исчисляется периодами в секунду, или герцами (*гц*, или Hz). Например, $f = 50$ пер/сек., что обозначает частоту в 50 периодов в 1 секунду, или 50 *гц*.

При больших частотах частота измеряется килогерцами (*кгц*, или кHz) и мегагерцами (*мгц*, или MHz).

1 килогерц = 1 000 пер/сек.; 1 мегагерц = 1 000 000 пер/сек.

Наибольшая величина переменного тока (или э. д. с.) в данном периоде называется его амплитудой.

В технике применяются переменные токи самых разнообразных частот.

Для промышленных целей, освещения, бытовых нужд и др. применяется переменный ток с частотой 50 пер/сек. Эта частота называется технической частотой.

Вся кинопроекционная и усилительная аппаратура рассчитана на потребление переменного тока с частотой 50 пер/сек.

Звуковая лампа узкопленочного кинопроектора 16-ЗП питается переменным током с частотой порядка 60 000 периодов в секунду.

В технике звуковоспроизведения применяются токи различных частот— от 16 периодов и до 10 000 периодов в 1 секунду. Весь этот ряд частот носит название диапазона звуковых частот.

Чем большее количество периодов укладывается в 1 секунду, тем меньшую долю секунды будет длиться каждый период. Отсюда: с увеличением периода переменного тока уменьшается его частота, что подтверждается графиком рис. 101 и формулой

$$f = \frac{1}{T}.$$

С увеличением T (знаменателя) уменьшается f (частное).

При прохождении переменного тока по проводнику последний будет нагреваться, как и от постоянного тока. Но так как сила переменного тока в цепи все время меняется, принимать максимальное его значение (амплитуду) за действующую силу тока было бы неправильно; поэтому о работе и действии переменного тока судят по количеству тепла, выделяемого в проводнике, а под действующей или эффективной силой переменного тока понимают такую силу постоянного тока, которая, проходя по проводнику, выделит в течение секунды столько же тепла, сколько выделяет данный переменный ток.

Амперметры, измеряющие переменный ток, показывают действующее значение, а не амплитуду.

Действующие значения меньше амплитудных и выражаются зависимостью:

$$I_{эфф} = 0{,}707\ I_{макс.}$$

Отсюда, чтобы узнать, чему равняется максимальный ток, нужно $I_{эфф}$ (ток, показываемый прибором) разделить на дробь 0,707:

$$I_{макс.} = \frac{I_{эфф.}}{0{,}707} = 1{,}41\ I_{эфф.}$$

Цепь переменного тока с самоиндукцией и активным сопротивлением

Если в цепь переменного тока включить катушку с самоиндукцией и активное (омическое) сопротивление (рис. 103), то в цепи пойдет ток, сила которого не будет следовать закону Ома для постоянного тока.

Пусть $U = 110$ вольтам. Общее активное сопротивление складывается из двух сопротивлений: $R_1 = 17$ омам и сопротивления провода катушки $R_к$, равного 5 омам; следовательно:

$$R_{общ} = R_к + R_1 = 5 + 17 = 22 \text{ омам.}$$

По закону Ома:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{110}{22} = 5\ а.$$

Но в данном случае амперметр покажет не 5 ампер, а только 3 ампера; следовательно, осталось неучтенным какое-то сопротивление. Действительно, не учтено то обстоятельство, что раз по цепи идет переменный ток, то в катушке будет создаваться э.д.с. самоиндукции; последняя, как известно, проявляется в том, что, когда ток увеличивается, самоиндукция препятствует его увеличению, когда ток уменьшается, она мешает его уменьшению. Следовательно, к активному сопротивлению катушки и включенному сопротивлению R_1 прибавилось новое сопротивление, которое создается самой катушкой при возникновении в ней э. д. с. самоиндукции. Это новое сопротивление носит название индуктивного сопротивления катушки.

Если подключить схему рис. 103 под напряжение постоянного тока в 110 вольт, амперметр покажет силу тока в 5 ампер. Это показывает, что при прохождении по катушке постоянного тока индуктивного сопротивления в схеме нет, а остается чисто активное сопротивление; это вполне понятно, так как при прохождении постоянного тока магнитное поле не меняется и, следовательно, не возбуждается э.д.с. самоиндукции, а катушка не создает дополнительного препятствия электрическому току.

Индуктивное сопротивление в катушке всегда возникает, если изменяется сила проходящего по ней тока, т. е. если через нее проходит переменный или пульсирующий ток.

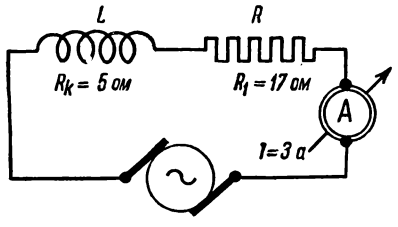


Рис. 103. Цепь переменного тока с активным и индуктивным сопротивлениями

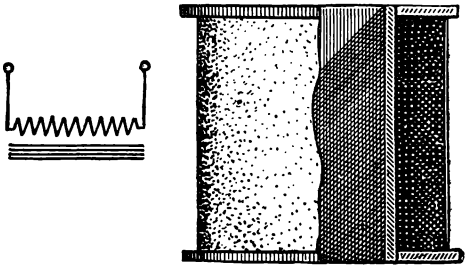


Рис. 104. Дроссель (катушка с железным сердечником)

П у л ь с и р у ю щ и м называется такой ток, который, не меняя своего направления, изменяет свою величину.

Индуктивное сопротивление зависит от двух величин—от коэфициента самоиндукции катушки и от частоты переменного тока. При одной и той же частоте переменного тока индуктивное сопротивление будет больше у той катушки, число витков которой больше. Железный сердечник, вставленный в катушку, увеличивает ее индуктивное сопротивление в десятки и сотни раз.

Одна и та же катушка будет иметь различное сопротивление для переменных токов различных частот; с увеличением частоты возрастает и индуктивное сопротивление.

Например, через головной телефон, включенный в соответствующие гнезда усилителя, проходят токи различных звуковых частот; хотя телефон имеет активное (омическое) сопротивление в 4 000 ом, полное его сопротивление колеблется для различных частот от 10 000 до 60 000 ом.

Возникновение в катушках больших индуктивных сопротивлений при прохождении по ним переменных токов широко используется в электротехнике применением так называемых дросселей (рис. 104).

Дросселем называется катушка, индуктивное сопротивление которой для переменного или пульсирующего тока, проходящего через нее, настолько велико, что ток через дроссель почти не проходит, а идет по другим, обходным путям, имеющим значительно меньшее сопротивление.

В усилительных устройствах дроссели практически включаются для того, чтобы затруднить проникновение переменных токов в цепи, где они являются вредными и могут ухудшить работу устройства.

В усилителях звукового кино применяются дроссели низкой частоты, отличающиеся от дросселей высокой частоты (применяемых в радиотехнике) своим назначением и конструктивным оформлением.

Трансформаторы

Переменный и пульсирующий токи можно преобразовать, изменяя силу тока и напряжение в сторону их увеличения или понижения.

Преобразование токов и напряжений производится посредством прибора, называемого трансформатором.

Трансформаторы преобразовывают переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения, не изменяя его частоты.

Трансформаторы, посредством которых повышают напряжение переменного тока, называются повышающими.

Трансформаторы, посредством которых понижают напряжение переменного тока, называются понижающими.

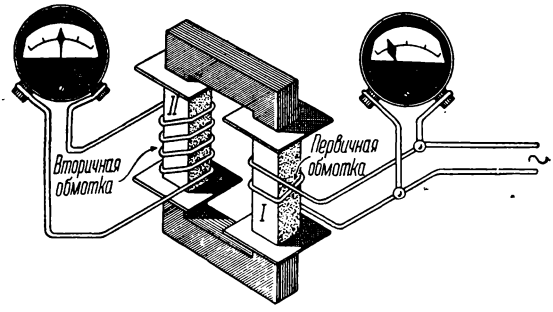


Рис. 105. Принцип устройства и работы трансформатора

Принцип работы трансформатора основан на законе индукции (рис. 105). Если по первичной обмотке *I* пропускать переменный ток, то он, проходя по обмотке, будет вокруг нее создавать переменное магнитное поле, которое, изменяясь, будет пересекать витки другой обмотки *II*, расположенной в непосредственной близости, и индуктировать в ней переменную э. д. с.

Для усиления действия магнитного поля обе обмотки наматываются на железный сердечник.

Величина переменной э.д.с., индуктируемой во вторичной обмотке, будет зависеть только от числа витков обмотки — чем больше число витков, тем больше будет напряжение, и наоборот; но сила тока во вторичной обмотке будет уменьшаться во столько же раз против силы тока первичной обмотки, во сколько повысилось ее напряжение.

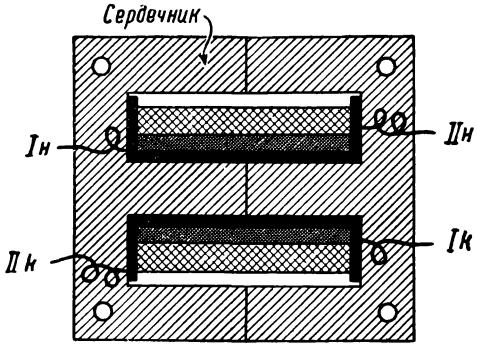


Рис. 106. Продольный разрез трансформатора низкой частоты

Трансформатор состоит из железного сердечника, на котором намотаны две обмотки трансформатора — первичная и вторичная. Концы обмоток выводятся наружу и обозначаются (рис. 106):

первичная обмотка — начало . .	$I_н$
первичная обмотка — конец . . .	$I_к$
вторичная обмотка — начало	$II_н$
вторичная обмотка — конец .	$II_к$

Отношение числа витков первичной обмотки *I* к числу витков вторичной обмотки *II* называется коэфициентом трансформации и обозначается латинской буквой *n* или *и*.

Коэфициент трансформации показывает, во сколько раз трансформатор повышает или понижает напряжение переменного тока.

Автотрансформаторы

В отличие от трансформатора в автотрансформаторе вторичная и первичная обмотки электрически соединены между собой; здесь одна обмотка является частью другой. Автотрансформатор служит для повышения и понижения напряжения. При эксплоатации звуковой передвижной киноаппаратуры автотрансформаторы получили широкое распространение.

Автотрансформаторы АТ-7, КАТ-7, КАТ-9, КАТ-11, КАТ-30. Автотрансформатор предназначен для поддержания постоянства рабочего напряжения, подводимого к кинопроектору и усилителю, при колебаниях напряжения питающей сети в пределах от 85 до 127 вольт и от 180 до 220 вольт.

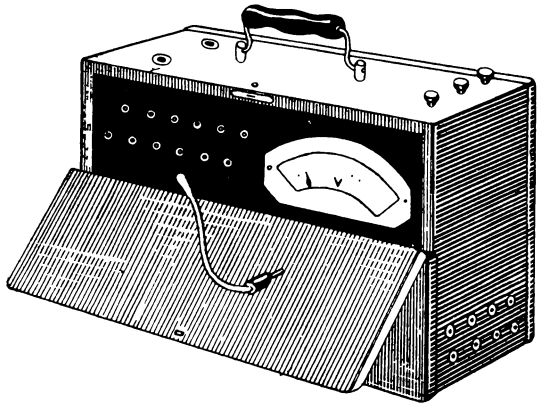


Рис. 107. Автотрансформатор АТ-7

Регулировка напряжения в автотрансформаторе АТ-7 производится ступенями через 5 вольт посредством шнура со штеккерами на концах. Изменение напряжения производится включением штеккеров в соответствующие штепсельные гнезда (рис. 107). При переключении напряжения происходит разрыв цепи. В последних типах автотрансформаторов КАТ-9, КАТ-11, КАТ-30 вместо штеккерного переключения при-

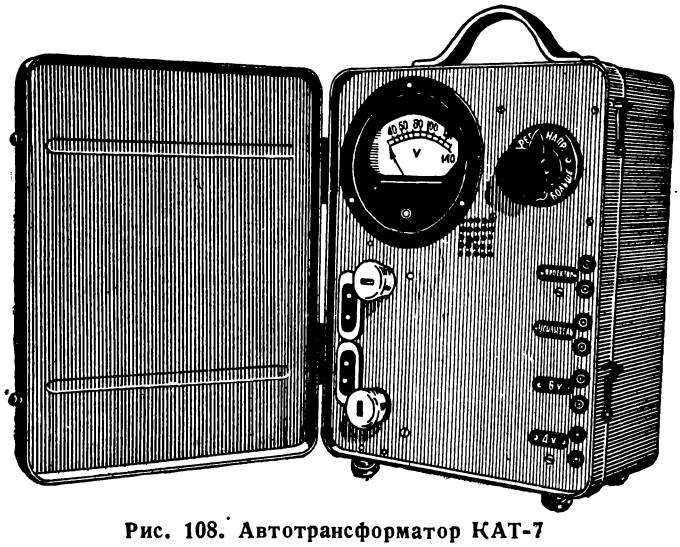


Рис. 108. Автотрансформатор КАТ-7

меняется контактор с рукояткой (рис. 108), посредством которого регулирование напряжения производится без разрыва цепи. При повороте рукоятки вправо — по часовой стрелке — напряжение повышается.

Схема автотрансформатора приведена на рис. 109.

Из схемы видно, что автотрансформатор имеет секционированную обмотку с отводами, рассчитанными на регулирование напряжения через 5 вольт. Вольтметр включен параллельно гнездам питания киноустановки. Во входной цепи автотрансформатора включены предохранители для защиты от коротких замыканий и перегрузок.

Автотрансформатор оформлен в виде металлического чемодана с открывающейся крышкой (рис. 108).

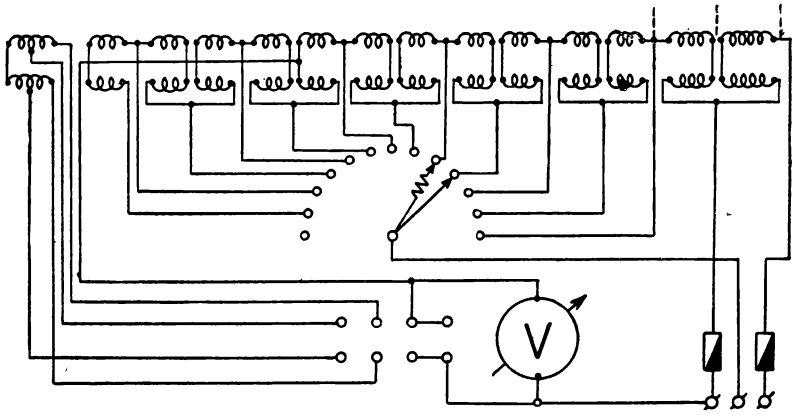


Рис. 109. Схема автотрансформатора

На панели трансформатора расположены: вольтметр, регулятор напряжения, гнезда для включения трансформатора в электросеть и включения киноустановки.

При крайнем левом положении регулятора напряжения (до упора против часовой стрелки) цепь трансформатора разомкнута.

Общая мощность автотрансформатора — до одного киловатта.

Автотрансформаторы КАТ-11, КАТ-30 имеют специальные гнезда на напряжение 30 вольт, для питания проекционных ламп 30×400 проекторов К-101, К-102, К-301.

Емкость конденсатора

Между двумя пластинками, заряженными разноименными зарядами, наблюдается действие электрических сил — создается электрическое поле. На этом принципе устроен простейший конденсатор, представляющий собой две пластины (металлические обкладки), разделенные тонким слоем диэлектрика, т. е. токонепроводящей средой — изолятором (воздух, слюда, бумага и т. д.).

Если включить такой конденсатор в цепь батареи (рис. 110), то, хотя цепь разорвана, стрелка прибора в момент включения отклонится на одно мгновение и сразу станет на ноль. Это показывает, что в цепи был ток, который протекал одно мгновенье. Хотя батарея продолжает располагать э.д.с., но ток не идет по цепи, так как на его пути цепь разорвана в конденсаторе. Чем же было вызвано это явление?

Оказывается, произошел заряд конденсатора, в который перешла часть электрической энергии; однако ток внутри самого конденсатора не проходил, а шел только по проводам, соединяющим конденсатор с батареей.

Если конденсатор включен в цепь, то электроны с отрицательного полюса батареи (где их излишек) быстро переходят на пластину (обкладку) конденсатора *A*, а положительный полюс батареи притягивает к себе электроны с обкладки *B*. В результате на одной пластине конденсатора *A* окажется избыток электронов, т. е. она будет заряжена отрицательно, а на другой пластине *B* их будет недостаточно, т. е. она окажется заряженной положительно.

Электроны, скопившиеся на пластине, будут стремиться перейти от атома к атому так, чтобы в конечном счете попасть на пластину *B*, где их нехватает; но этого-то и не произойдет, так как внутри конденсатора находится диэлектрик, который не имеет свободных электронов. Под действием пластины *B* электроны атомов диэлектрика конденсатора лишь сгруппируются ближе к пластине *B* и отойдут от пластины *A*, которая их отталкивает.

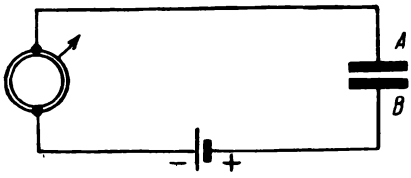


Рис. 110. Конденсатор в цепи постоянного тока

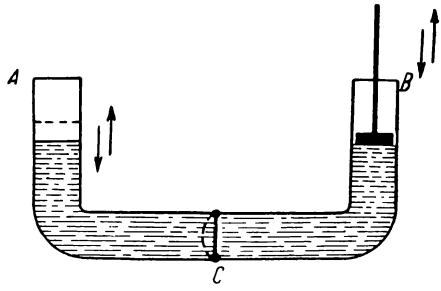


Рис. 111. Пояснение действия конденсатора

Оторваться от своих атомов эти электроны не смогут и останутся в атоме; поскольку же они не перемещаются от атома к атому, то, естественно, никакого тока в самом конденсаторе быть не может.

Для наглядности представим себе трубку (рис. 111), наполненную водой, один конец которой *A* открыт, а в другой конец *B* вставлен поршень. В середине вставлена резиновая перепонка *C*, отделяющая одну половину трубки от другой. Двигая поршень вверх и вниз, мы заставим двигаться частицы воды по всей трубке; однако вода не будет перемещаться из одной части трубки в другую, так как она разделена резиновой перепонкой.

Таким образом можно сделать вывод: при включении конденсатора в цепь постоянного тока в диэлектрике конденсатора под воздействием э.д.с. источника тока произойдет смещение электронов в пределах атомов, но не перемещение их от атома к атому; вследствие этого конденсатор приобретает электрическую энергию, переходящую в него из батареи.

Переход энергии из батареи в конденсатор наблюдается в виде электрического тока заряда конденсатора, который проходит только во время самого процесса заряда и только на пути от одной пластины конденсатора через батарею до другой пластины. Как только конденсатор зарядится, всякий ток в цепи прекратится.

Конденсатор заряжается до тех пор, пока напряжение самого конденсатора не будет равно напряжению источника тока.

Если отключить заряженный конденсатор от источника постоянного тока, то конденсатор будет представлять собой прибор, являющийся самостоятельным источником электричества, так как заряд его еще не затрачен.

Если обкладки заряженного конденсатора соединить проводником, то заряд конденсатора, его энергия израсходуется в виде электрического,

вызываемого током разряда, проходящего по проводнику с одной обкладки на другую. В момент соединения проводником обкладок заряженного конденсатора проскочит искра; после этого конденсатор никакого напряжения иметь не будет.

Способность конденсатора вмещать определенное количество электричества, повышая при этом потенциал до определенного уровня, называется емкостью конденсатора.

Емкость конденсатора зависит от величины поверхности обкладок, материала диэлектрика и расстояния между обкладками. Количество электричества, запасаемого конденсатором, зависит от прилагаемого к нему напряжения: чем больше будет напряжение, тем большее количество электричества запасет конденсатор.

Зависимость между зарядом конденсатора, его емкостью и напряжением выражается формулой:

$$Q = C \cdot U,$$

где Q — количество электричества;

C — емкость конденсатора;

U — напряжение.

За единицу емкости принята фарада, обозначаемая буквой *ф* или F. Одна фарада — емкость такого конденсатора, который, обладая зарядом в один кулон, будет иметь разность потенциалов между обкладками, равную одному вольту. В практике емкость в одну фараду не встречается, обычно применяются емкости во много раз меньше; поэтому емкость измеряют меньшими величинами — микрофарадами (*мкф*, или μF), микромикрофарадами (*мкмкф*, или μμF) или же сантиметрами.

1 *мкф* равна одной миллионной части фарады:

$$\left(мкф = \frac{1}{1\,000\,000}\ ф\right).$$

1 микромикрофарада (*мкмкф*) меньше 1 микрофарады (*мкф*) в 1 000 000 раз, т. е. в 1 микрофараде содержится 1 000 000 микромикрофарад (1 *мкф* = 1 000 000 *мкмкф*).

1 микрофарада равна 900 000 *см* (1 *мкф* = 900 000 *см*);

1 микромикрофарада равна $\frac{9}{10}$ одного сантиметра (1 *мкмкф* = 0,9 *см*).

В звуковом кино применяются конденсаторы различной емкости, величины которых не меняются. Такие конденсаторы называются конденсаторами постоянной емкости.

Конденсаторы, емкость которых можно по желанию изменить, называются конденсаторами переменной емкости, применяемыми преимущественно в радиотехнике.

На величину емкости конденсатора влияет активная поверхность (площади) обкладок, но не толщина их. Под активной площадью подразумевается та площадь обкладки, которая перекрывается другой пластинкой ($a \times b$) (рис. 112). Вторым фактором, влияющим на емкость, является диэлектрик — материал диэлектрика. Диэлектрики бывают различные: бумага, слюда, фарфор, стекло и т. п. Величина, показывающая, во сколько раз увеличивается емкость конденсатора с данным диэлектриком по сравнению с таким же конденсатором, в котором диэлектриком служит воздух, называется диэлектрической постоянной (табл. 2) и обозначается греческой буквой ε (эпсилон).

Таблица 2

Диэлектрическая постоянная для различных диэлектриков

Наименование диэлектрика	Диэлектрическая постоянная	Наименование диэлектрика	Диэлектрическая постоянная
Воздух	1	Гетинакс	3—4
Парафин	2,3	Фарфор	3,4—6
Бумага	1,8—2,8	Слюда	4,5—5,5
Шеллак	2,6	Фибра	5,1—5,9
Эбонит	2—3	Прессшпан	5,4—6,4

Чем тоньше слой диэлектрика *б* между обкладками конденсатора (чем меньше расстояние между обкладками), тем больше емкость конденсатора.

Конденсаторы, применяемые в технике, состоят обычно не из двух, а из нескольких пластин, которые своими концами соединяются вместе, образуя единую систему обкладок, изолированных диэлектриком от другой системы обкладок (рис. 113). При увеличении напряжения, приложенного к конденсатору, наступит момент, когда электроны, разрушая диэлектрик, перейдут с одной пластины на другую — произойдет п р о б о й конденсатора. Пробитый конденсатор к дальнейшему применению не пригоден.

Величина допустимого напряжения для конденсаторов большой емкости указывается на конденсаторах.

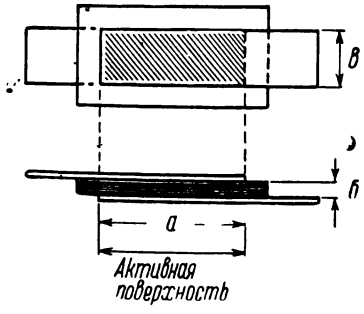


Рис. 112. Конденсатор постоянной емкости

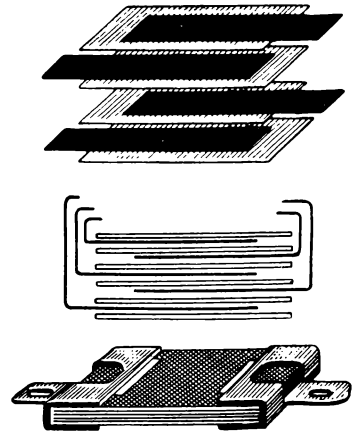


Рис. 113. Сборка конденсатора постоянной емкости

Емкость конденсатора зависит от числа пластин, их поверхности, расстояния между ними и диэлектрической постоянной и рассчитывается по формуле:

$$C_{см} = \frac{\varepsilon \cdot S\,(n-1)}{d},$$

где S — активная площадь пластины (в квадратных сантиметрах) с одной стороны;

n — полное число пластин (сумма пластин) для обеих обкладок конденсаторов;

d — расстояние между пластинами (в сантиметрах);
ε — диэлектрическая постоянная диэлектрика.

Конденсаторы могут включаться последовательно (рис. 114) или параллельно (рис. 115).

При последовательном включении конденсаторов общая емкость их уменьшается и становится меньше емкости самого малого конденсатора, включенного в цепь, и может быть определена по следующим формулам:

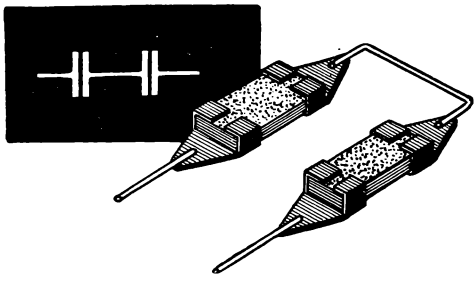


Рис. 114. Последовательное соединение конденсаторов

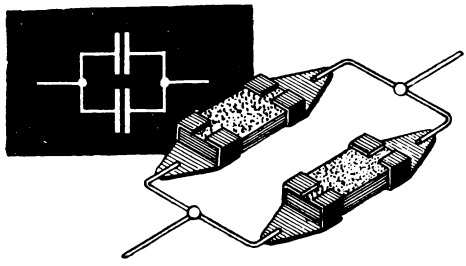


Рис. 115. Параллельное соединение конденсаторов

1-й случай. Включено последовательно несколько конденсаторов, емкость которых одинакова:

$$C_{\text{общ.}} = \frac{C}{n},$$

где C — емкость одного конденсатора;
n — число конденсаторов, включенных последовательно.

2-й случай. Включено два конденсатора различной емкости:

$$C_{\text{общ.}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2},$$

где C_1 — емкость первого конденсатора;
C_2 — емкость второго конденсатора.

При последовательном включении одинаковых конденсаторов напряжение, при котором может произойти пробой конденсатора, должно быть увеличено в число раз, равное количеству конденсаторов, включенных в цепь последовательно.

Пример. Два конденсатора включены последовательно. Емкость каждого равна 0,5 микрофарады с допустимым напряжением 200 вольт каждый.

Найти общую емкость и допустимое напряжение.

Решение.

$$C_{\text{общ.}} = \frac{0{,}5}{2} = 0{,}25 \text{ } мкф.$$

Допустимое напряжение равно $200 \cdot 2 = 400$ вольтам.

При параллельном включении конденсаторов общая емкость их увеличивается и равна их сумме:

$$C_{\text{общ.}} = C_1 + C_2 + C_3 \ldots \text{ и т. д.}$$

Пример. Включено параллельно 3 конденсатора 500, 250 и 300 микрофарад. Найти их общую емкость, выразив ее в сантиметрах.

Решение. $500 + 250 + 300 = 1050$ микрофарад; переводим в сантиметры: $1050 \cdot 0{,}9 = 945$ *см*.

При включении конденсатора в цепь постоянного тока, как известно, после заряда конденсатора тока в цепи не будет, так как напряжение на конденсаторе равно напряжению источника тока и оба они направлены навстречу друг другу.

Если же включить конденсатор в цепь переменного тока (рис. 116), то электроизмерительный прибор, включенный в цепь, будет давать показания на протяжении всего времени работы источника переменного тока. Следовательно, в проводах течет все время переменный ток даже при включении конденсатора, что объясняется изменяющимся напряжением в сети.

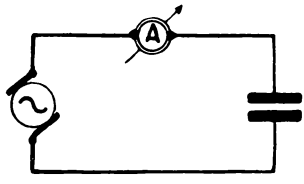


Рис. 116. Конденсатор в цепи переменного тока

Из графика изменения напряжения в сети переменного тока (рис. 117) видно, что в каждый отрезок времени напряжение сети изменяется и к конденсатору, следовательно, прикладывается переменное напряжение.

За отрезок времени от t до t_1 напряжение сети возрастает от 0 до максимальной величины ($U_{макс.}$) Весь этот промежуток времени ток протекал по цепи, заряжая конденсатор до этого же максимального напряжения. Следовательно, в момент времени t_1 напряжения сети и конденсатора друг другу равны и максимальны. В следующий момент напряжение сети будет уменьшаться и напряжение конденсатора станет больше напряжения сети; это вызовет в сети обратный ток — от конденсатора к источнику переменного тока. Таким образом, когда напряжение в сети повышалось, ток протекал от источника тока к конденсатору и заряжал его, а когда напряжение сети уменьшалось, ток протекал из конденсатора в источник переменного тока, и конденсатор терял свой заряд, возвращая его источнику тока. Следовательно, в проводах все время течет ток, меняясь по своей силе и напряжению, причем направляется он от источника тока к обкладкам конденсатора и обратно, не проходя через диэлектрик. Внутри конденсатора проходит только процесс его перезаряда, т. е. перемещение электронов в пределах своих атомов без их движения в междуатомном пространстве.

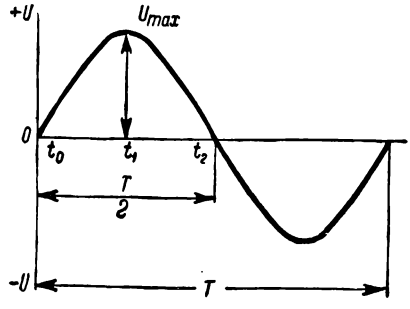


Рис. 117. График изменения напряжения в цепи переменного тока

Конденсатор, включенный в цепь переменного тока, оказывает ему некоторое сопротивление, называемое емкостным сопротивлением.

Величина емкостного сопротивления зависит от емкости конденсатора и от частоты переменного тока: с увеличением емкости и частоты уменьшается сопротивление конденсатора; наоборот, чем меньше емкость и частота, тем больше емкостное сопротивление.

Емкостное сопротивление конденсатора в омах можно определить по формуле:

$$R_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C},$$

где R_c — емкостное сопротивление конденсатора (в омах);

C — емкость конденсатора (в фарадах);

f — частота переменного тока (в периодах в секунду);

π — постоянное число, равное 3,14; следовательно, 2π составит 6,28.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой ток называется переменным?
2. Дайте определение основных параметров переменного тока.
3. Определите действующее значение переменного тока.
4. От чего зависит величина индуктивного сопротивления?
5. Как устроен дроссель и каково его назначение?
6. На каком принципе работает трансформатор и каково его назначение?
7. Перечислите известные вам виды трансформаторов.
8. Чем определяется емкость конденсатора и от чего она зависит?
9. Как устроен конденсатор?
10. От чего зависит емкостное сопротивление конденсаторов?
11. В каких случаях применяется последовательное и параллельное соединение конденсаторов?
12. Какими единицами измеряется емкость конденсаторов?
13. Какая разница между трансформатором и автотрансформатором?

Глава 10

ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИЗМЕРЕНИЯ

В работе киноустановки электрические измерения играют весьма существенную роль.

Без измерений невозможно установить, поступает ли на киноустановку в целом и на отдельные узлы требуемое напряжение, а это необходимо знать, так как подача напряжения выше установленного приводит к аварии и выходу из строя электрических устройств киноустановки.

Напряжение ниже требуемого исключает возможность нормальной работы: лампы горят неполным накалом, мотор не может развить установленных оборотов и мощности.

Для нормальной работы киноустановки требуется частота переменного тока 50 периодов.

При большей частоте мотор проектора развивает чрезмерно большие обороты, при меньшей частоте снижаются обороты мотора; все это неблагоприятно сказывается на качестве проекции и звука.

В некоторых случаях необходимо проверить силу тока и сопротивление, чтобы установить наличие короткого замыкания, пробоя изоляции и замыкания витков в обмотках электрических устройств, сопротивление изоляции, заземления, утечки тока и т. п.

Для измерения всех приведенных величин пользуются электроизмерительными приборами, предназначенными для каждого вида измерений в отдельности, или универсальными приборами, совмещающими несколько видов измерений в одном приборе.

Электроизмерительные приборы разделяются на щитовые и переносные.

Щитовые приборы устанавливаются на распределительных устройствах; их конструкция специально для этого приспособлена (рис. 118).

Переносные электроизмерительные приборы для удобства переноски снабжены ручкой (рис. 119).

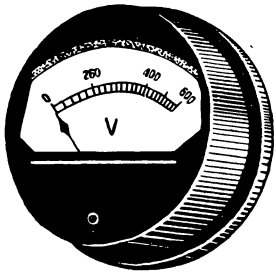


Рис. 118. Щитовой вольтметр

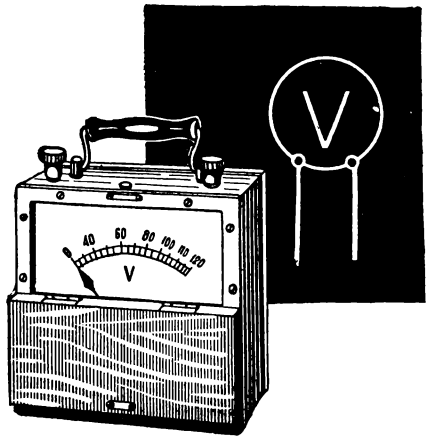


Рис. 119. Переносный вольтметр

По роду тока следует различать приборы постоянного и переменного тока. На измерительных приборах ставятся условные обозначения (табл. 3).

Таблица 3

Условные обозначения электроизмерительных приборов

Род измеряемой прибором величины	Название прибора	Условное обозначение
Ток	Амперметр	A
	Миллиамперметр	mA
Напряжение	Вольтметр	V
	Милливольтметр	mV
Сопротивление	Омметр	Ω
	Мегомметр	MΩ
Частота	Частотомер	*f*

Кроме указанных обозначений, на шкалах приборов ставятся знаки:

— постоянный ток;

~ переменный ток;

≃ постоянный и переменный ток;

↑ вертикальная установка прибора;

→ горизонтальная установка прибора.

Основные электрические единицы приведены в табл. 4 (стр. 96—97).

По принципу действия наиболее распространенными являются следующие системы электроизмерительных приборов: электромагнитные, магнитоэлектрические и электродинамические.

Электромагнитные приборы

Электромагнитный прибор схематически показан на рис. 120. Катушка *1* для амперметров делается из толстой проволоки, а для вольтметров — из тонкой. Когда по катушке проходит ток, железный сердечник втягивается внутрь катушки и поворачивает стрелку, находящуюся на одном

валу с ним. На том же валу закреплен конец алюминиевого стержня воздушного тормоза 2, который не дает стрелке долго раскачиваться во время ее отклонения под действием тока.

Пружинка удерживает стрелку на нуле при отсутствии тока в катушке, а при перемещении сердечника закручивается и уравновешивает усилие втягивания сердечника, соответствующее определенному току, указанному стрелкой на шкале прибора.

Электромагнитные амперметры и вольтметры применяются для измерения как постоянного, так и переменного токов.

Магнитоэлектрические приборы

Действие магнитоэлектрического прибора построено на принципе вращения якоря электромотора постоянного тока. Между полюсами постоянного магнита (рис. 121) и железного цилиндра, служащего для уменьшения магнитного сопротивления, расположена легкая рамка, по которой прохо-

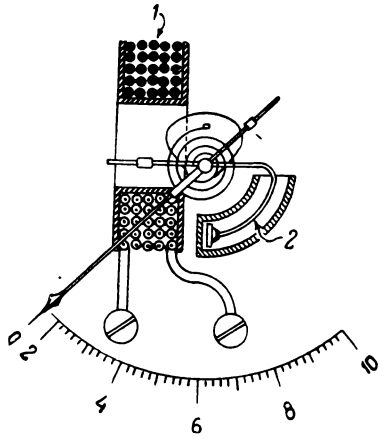


Рис. 120. Схема электромагнитного измерительного прибора
1 — катушка; *2* — воздушный тормоз стрелки (демпфер)

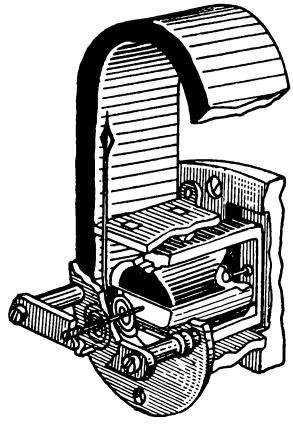


Рис. 121. Устройство магнитоэлектрического прибора

дит ток. Под действием тока рамка отклоняется и поворачивает связанную с ней стрелку. Действие пружин то же, что и в электромагнитных приборах (см. рис. 120).

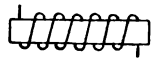
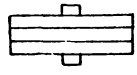
Магнитоэлектрические приборы применяются только для постоянного тока.

Электродинамические приборы

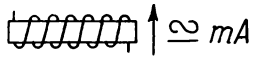
Электродинамические приборы основаны на взаимодействии двух токов в подвижном и неподвижном проводниках — катушках, соединенных между собой последовательно — в вольтметрах и параллельно — в амперметрах. Применяются для измерений как постоянного, так и переменного тока (рис. 122).

Условные обозначения для измерительных приборов и классы

Системы измерительных приборов указываются на шкалах установленными обозначениями:

Система приборов	Условное обозначение
Электромагнитная	
Магнитоэлектрическая . . .	
Электродинамическая	

Пример. Прибор электромагнитный, постоянного и переменного тока, для вертикальной установки, предназначенный для измерения силы тока в миллиамперах.



По точности измерений приборы делятся на три класса: 1-й класс — лабораторные приборы; 2-й класс — технические приборы; 3-й класс — приборы-указатели, дающие приближенные показания.

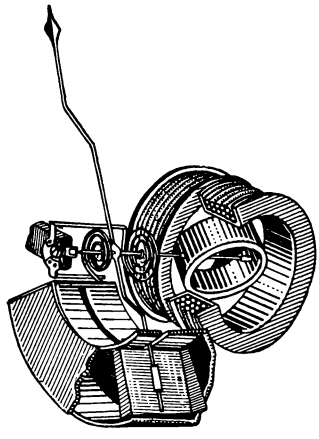


Рис. 122. Устройство электродинамического измерительного прибора

В киносети применяются приборы 2-го класса (технические), погрешность которых при измерениях составляет 1—2%.

Электроизмерительные приборы могут быть использованы только для тех измерений, для которых они предназначены, и в соответствии с пределами измерений, обозначенными на шкале. Несоблюдение этого условия приведет к порче прибора или к аварии в электросети. Так, например, если включить вольтметр, у которого наибольшее показание по шкале 110 вольт, в сеть с напряжением в 220 вольт, обмотка вольтметра перегорит и прибор выйдет из строя. Если амперметр включить в сеть параллельно, вместо вольтметра, произойдет короткое замыкание.

Миллиамперметры и милливольтметры требуют особо внимательного обращения, так как их обмотки рассчитаны на силу тока и напряжения, составляющие тысячные доли ампера или вольта, и при несоответствующем включении в электросеть они мгновенно перегорят.

Измерение силы тока

Для измерения силы тока, проходящего по электрической цепи, необходимо, чтобы ток полностью прошел через измерительный прибор; по отклонению стрелки прибора отсчитывают по шкале показание.

Прибор, на шкале которого нанесены деления, соответствующие силе тока, выраженной в амперах, называется амперметром. Амперметр включается последовательно с токоприемником (рис. 123).

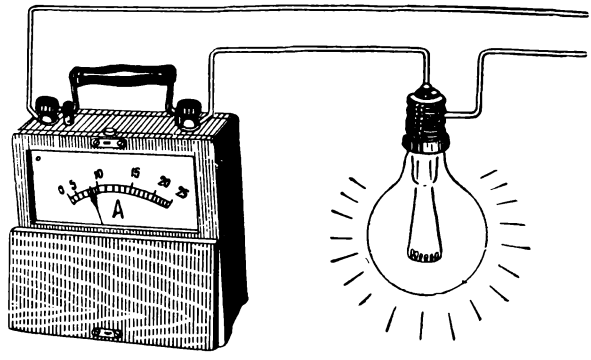


Рис. 123. Измерение силы тока

Сопротивление амперметра обычно измеряется тысячными долями ома. Это делается для того, чтобы прибор, будучи включен, потреблял минимальную мощность и не влиял на изменение величины силы тока, измеряемой в цепи.

Если шкала имеет деления, соответствующие силе тока в миллиамперах, прибор называется миллиамперметром.

Измерение напряжения

Измеряемое напряжение должно быть приложено к зажимам прибора, т. е. прибор должен быть приключен параллельно той части электрической цепи, напряжение которой необходимо измерить (рис. 124). Поскольку вольтметр всегда включается параллельно, его сопротивление (в противоположность амперметру) бывает очень большим и измеряется сотнями и тысячами ом, чтобы вольтметр не потреблял большую мощность, ответвляя через себя минимальную силу тока.

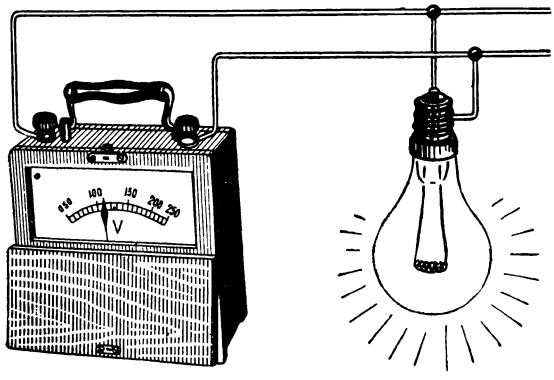


Рис. 124. Измерение напряжения

Вольтметры и амперметры

По своему внутреннему и внешнему устройству вольтметр отличается от амперметра только тем, что дополнительные сопротивления включаются к самому прибору.

В амперметрах сопротивление, будучи включенным параллельно, равно десятым и сотым долям ома и называется шунтом.

В вольтметре сопротивление включается последовательно с прибором и называется добавочным сопротивлением.

Шунт, включенный параллельно амперметру (рис. 125), уменьшает его сопротивление, а ток в точке B разветвляется — часть тока идет через шунт, а часть — через прибор (закон Кирхгофа).

Так как сопротивление шунта всегда меньше сопротивления самого прибора, большая часть тока идет не через прибор, а через шунт. Если сопротивления прибора и шунта известны, подсчитать общий ток нетрудно. На шкале прибора показаны значения общего тока.

Если в амперметр поставить шунт с меньшим сопротивлением, это позволит измерять ток большей силы, почему и принято считать, что шунты дают возможность расширить предел измерения прибора.

Шунты включаются как снаружи, так и внутри приборов.

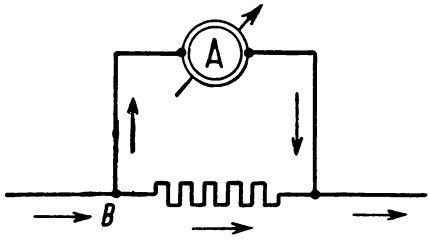


Рис. 125. Схема включения шунта амперметра

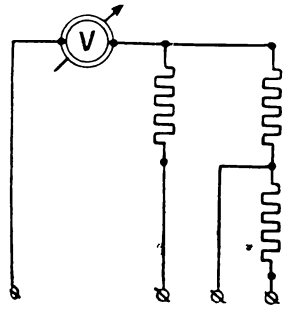


Рис. 126. Схема включения добавочных сопротивлений в вольтметре

Для увеличения сопротивления вольтметра включаются добавочные сопротивления (рис. 126) последовательно вольтметру, так как катушка прибора имеет очень малое сопротивление.

Добавочные сопротивления могут включаться внутри и снаружи вольтметра. Одним и тем же вольтметром можно (изменяя величину добавочного сопротивления) измерять самые различные величины напряжений.

Например, в нашем распоряжении имеется вольтметр на 6 вольт с сопротивлением прибора в 600 ом.

Стрелка прибора отклоняется вправо до деления в 6 вольт при силе тока, проходящего через прибор, в 10 миллиампер. Если включить прибор под напряжение 120 вольт, то через него будет ответвляться гораздо больший ток, что может вызвать перегорание прибора. Однако можно увеличить добавочное сопротивление, чтобы через прибор проходил ток только в 10 миллиампер при максимальном отклонении стрелки. Полное сопротивление всего прибора находим по закону Ома.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120}{0{,}01} = 12\,000 \text{ омам.}$$

Так как прибор имеет сопротивление 600 ом, то $R_д = 12\,000 - 600 = 11\,400$ омам.

Из приведенного примера видно, что применение различных по величине добавочных сопротивлений дает возможность измерять различные напряжения, конечно, с соответствующим пересчетом делений шкалы.

Переносный вольтметр типа ДВИ дает возможность измерять напряжение в пределах 15, 150 и 1500 вольт благодаря различным включениям добавочных сопротивлений.

В большинстве случаев вольтметры ДВИ имеют сопротивления, подобранные из расчета 150 ом на 1 вольт. Это значит, что при различных включениях прибор имеет сопротивления:

при	шкале 15 *в* . . .	2 250 ом
»	» 150 *в* . . .	22 500 ом
»	» 1 500 *в* . . .	225 000 ом

Сила тока измеряется амперметром, включенным последовательно с измеряемой нагрузкой. Прежде чем включить амперметр, необходимо подсчитать, не будет ли измеряемая сила тока больше допустимой для данного прибора.

Напряжение измеряется вольтметром, включенным параллельно к источнику электродвижущей силы.

Измерение сопротивления

Проще всего измерить сопротивление при помощи вольтметра, сопротивление которого известно.

Измерение сопротивления цепи производится на основе формулы:

$$R_x = R_1\left(\frac{U_1}{U_2} - 1\right),$$

где R_x — неизвестное сопротивление;

R_1 — сопротивление вольтметра;

U_1 — показание прибора без включенного сопротивления R_x;

U_2 — показание прибора с включенным неизвестным сопротивлением R_x.

Пример. Вольтметром ДВИ по шкале на 15 *в* определили:

$U_1 = 12$ *в*;

$U_2 = 10$ *в*;

R_1 (вольтметра) известно, что оно равно 2250 омам.

Отсюда

$$R_x = 2250\left(\frac{12}{10} - 1\right) = 450 \text{ омам.}$$

Омметр. Чтобы определить величину сопротивления, не прибегая к вычислениям, пользуются прибором с непосредственным отсчетом, который носит название омметра.

Омметр для измерения больших сопротивлений — обычный магнитоэлектрический вольтметр, включенный по схеме рис. 127, имеющий собственный источник тока в виде батареи сухих элементов.

Омметр снабжается дополнительным устройством, называемым магнитным шунтом, который позволяет в небольших пределах менять чувствительность вольтметра в соответствии с колебаниями напряжения источника тока.

Омметр такого типа выполняется заводом «Электроприбор» (внешний вид его показан на рис. 128) и имеет две шкалы: «сотни» и «тысячи».

Техника измерения омметром. Источник тока (сухая батарея) соответствующего напряжения приключается к зажимам + и 1·ЭЛ или + 8В (см. рис. 127). Измеряемое сопротивление приключается к зажимам х. Замкнем обе кнопки *0* и Ω; стрелка прибора, стоящая обычно на делении ∞ (бесконечность), должна отклониться в противоположную сторону до нуля. Если стрелка не доходит до нуля или несколько переходит, ее устанавливают точно на нуль, пользуясь рычагом *МШ* (магнитный шунт). После этого

отпускают кнопку *О*; нажимая одну кнопку Ω, производят отсчет по соответствующей шкале. Если приключен один элемент, отсчет производится по шкале «сотни»; если присоединена батарея 8 вольт,—по шкале «тысячи». Нажимом кнопки *Т* приводится в действие тормоз стрелки (арретир).

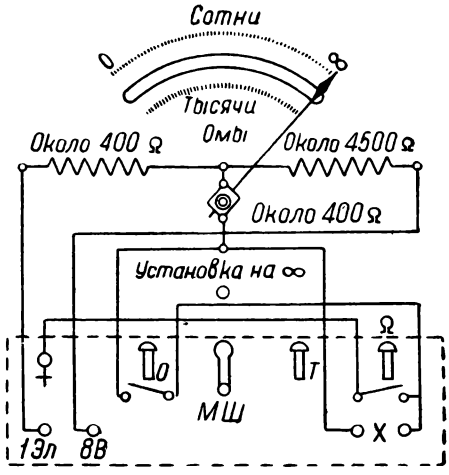


Рис. 127. Схема омметра завода «Электроприбор»

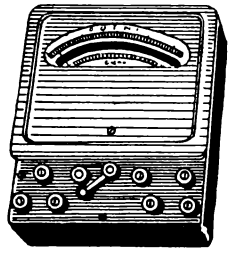
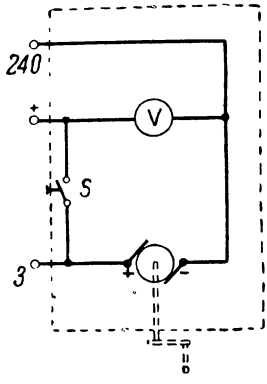


Рис. 128. Омметр завода «Электроприбор»

Мегомметр. Для измерения больших (от 20 до 1000 мегом) сопротивлений (1 мегом равен 1 миллиону ом), а также для испытания электрической прочности изоляции применяются мегомметры или меггеры (рис. 129).

Источник тока в мегомметре — собственный генератор, небольшая магнитоэлектрическая динамомашина-индуктор, состоящая из двух сильных



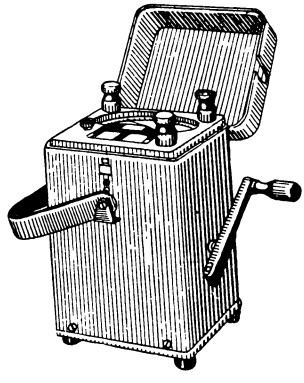


Рис. 129. Мегомметр (меггер)
Слева — схема мегомметра; справа — общий вид

никель-алюминиевых стальных магнитов, между полюсами которых вращается якорь. Концы обмоток якоря выведены на пластины коллектора (два кольца, разрезанные на полукольца, сидят изолированно на одном валу). Напряжение с коллектора снимается небольшими угольными щетками.

Измеряемое сопротивление присоединяется к зажимам + и З. При вращении рукоятки с некоторой скоростью по шкале мегомметра отсчитывают величину измеренного сопротивления.

Измерение частоты переменного тока

Частота переменного тока измеряется частотомером, отсчитывающим число периодов переменного тока в секунду.

Частотомер состоит из ряда стальных пружин-язычков *1* (рис. 130), обладающих определенной частотой собственных механических колебаний. Язычки прикреплены к общей планке *2*, укрепленной на пружинящих пластинках *3*, на близком расстоянии к которой расположен электромагнит *4* в виде стальной подковы, обмотанной проводом. При прохождении переменного тока через обмотку электромагнита планка *2* начнет колебаться (причем число колебаний в секунду зависит от числа периодов переменного тока), а вместе с ней будут колебаться и язычки. Язычок, имеющий соб-

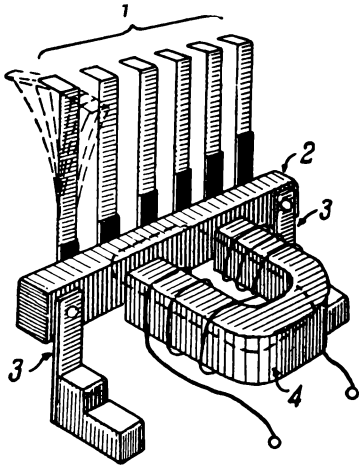


Рис. 130. Схема устройства вибрационного частотомера

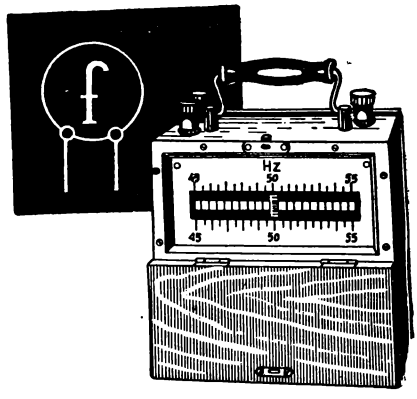


Рис. 131. Частотомер и его условное обозначение

ственный период колебаний, совпадающий с частотой измеряемого переменного тока, начнет колебаться сильнее других. На шкале прибора будет видно, что конец язычка, окрашенный в белый цвет, при значительном размахе колебаний будет выглядеть как сплошная белая полоска (рис. 131). Периоды собственных колебаний двух соседних язычков отличаются друг от друга на $^1/_2$ периода.

Частотомеры включаются в сеть, как и вольтметры, параллельно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы приборов вам известны?
2. Расскажите принцип устройства и действия магнитоэлектрического прибора.
3. На каком принципе работает электромагнитный прибор?
4. Укажите разницу в устройстве амперметра и вольтметра.
5. Расскажите порядок включения амперметра и вольтметра для измерения.
6. По каким внешним признакам можно отличить приборы постоянного тока от приборов переменного тока?
7. Каким способом осуществляется расширение пределов измерений прибора?
8. Как измерить величину сопротивления посредством вольтметра?
9. Как устроен и на каком принципе работает частотомер?
10. Что такое шунт и каково его назначение?

Таблица 4

Таблица международных электрических единиц

Наименование	Сокращенные обозначения		Определения
	русские	международные	
Единицы электрического сопротивления			
Международный ом	*ом*	Ω	Сопротивление при неизменяющемся электрическом токе и при температуре тающего льда ртутного столба длиной 106,3 сантиметра, имеющего сечение одинаковое по всей длине и массу 14,4521 грамма
Мегом	*мгом*	MΩ	Один миллион ом (1 000 000 Ω)
Единицы силы тока			
Международный ампер	*а*	A	Сила неизменяющегося электрического тока, который отлагает 0,00111800 грамма серебра в секунду, проходя через водный раствор азотнокислого серебра
Миллиампер . .	*ма*	mA	Одна тысячная ампера (0,001A)
Микроампер . .	*мка*	μA	Одна миллионная ампера (0,000001A)
Единицы электрического напряжения и электродвижущей силы			
Международный вольт	*в*	V	Электрическое напряжение или электродвижущая сила, которая в проводнике, имеющем сопротивление в один ом, производит ток силой в один ампер
Милливольт . .	*мв*	mV	Одна тысячная вольта (0,001 V)
Микровольт . . .	*мкв*	μV	Одна миллионная вольта (0,000001 V)
Единицы электрической мощности			
Международный ватт	*вт*	W	Мощность неизменяющегося электрического тока силой в один ампер при напряжении в один вольт
Киловатт . .	*квт*	kW	Одна тысяча ватт (1000 W)
Гектоватт . .	*гвт*	hW	Сто ватт (100 W)
Милливатт .	*мвт*	mW	Одна тысячная ватта (0,001 W)
Микроватт .	*мквт*	μW	Одна миллионная ватта (0,000001 W)

Продолжение

Наименование	Сокращенные обозначения		Определения
	русские	международные	
Единицы количества электричества			
Международный кулон (ампер-секунда) . . .	*к*	C	Количество электричества, протекающего через поперечное сечение проводника в течение одной секунды при токе силой в один ампер
Ампер-час	*а-ч*	Ah	Три тысячи шестьсот кулонов (3600 C)
Единицы работы электрического тока			
Международная ватт-секунда .	*втс*	Ws	Работа, совершаемая электрическим током в течение одной секунды при помощи тока в один ватт
Международный джоуль	*дж*	J	
Ватт-час	*вт-ч*	Wh	Три тысячи шестьсот ватт-секунд (3600 Ws)
Киловатт-час . .	*квт-ч*	kWh	Одна тысяча ватт-часов (1000 Wh)
Гектоватт-час . .	*гвт-ч*	hWh	Сто ватт-часов (100 Wh)
Единицы электрической емкости			
Международная фарада	*ф*	F	Емкость конденсатора, заряжаемого до напряжения в один вольт одним кулоном
Микрофарада . .	*мкф*	μF	Одна миллионная фарады (0,000001 F)
Микромикрофарада	*мкмкф*	μμF	Одна миллионная микрофарады (0,000001 μF)
Единицы частоты			
Герц	*гц*	Hz	Частота периодически изменяющейся во времени величины, период которой равен одной средней солнечной секунде
Килогерц . . .	*кгц*	kHz	Одна тысяча герц (1000 Hz)

Глава 11

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Электрические машины служат для преобразования механической энергии в электрическую, или, наоборот, электрической энергии в механическую. В первом случае они называются генераторами, во втором — электродвигателями.

Электродвигатель может быть превращен в генератор электроэнергии; всякий генератор может быть электродвигателем, т. е. электрические машины обладают свойством обратимости.

Помимо преобразования механической энергии в электрическую и электрической в механическую электромашины служат также для преобразования одного вида электрического тока в другой — например, постоянного тока в переменный. Такая электрическая машина носит название преобразователя.

В технике применяются два основных вида электрических машин, отличающихся друг от друга характером тока, создаваемого (в случае генератора) или потребляемого (в случае двигателя), а именно: а) электрические машины постоянного тока; б) электрические машины переменного тока.

Электрические машины переменного тока в случае применения их в качестве генераторов называются альтернаторами. Направление создаваемого (генерируемого) ими тока периодически меняется, в отличие от генераторов постоянного тока, у которых направление тока внешней цепи во все время работы сохраняется неизменным.

В киноустановках преимущественное распространение получили машины переменного тока, являющиеся генераторами электроэнергии, преобразователями постоянного тока в переменный и электродвигателями.

Образование электродвижущей силы

Действие всякой электрической машины основано на трех принципах:

1) На принципе возбуждения магнитного поля током, который проходит по проводу, намотанному на железный сердечник. Под магнитным полем следует понимать пространство между полюсами магнита или электромагнита, в котором действуют магнитные силовые линии. Сила поля электромагнита тем больше, чем больше ток, проходящий по обмотке сердечника, и чем больше число витков обмотки на нем.

2) На принципе взаимодействия магнитного поля магнита или электромагнита с полем, которое образуется вокруг проводника, по которому проходит ток. Это взаимодействие тем больше, чем сильнее магнитное поле между полюсами и чем больше ток в проводнике.

3) На принципе электромагнитной индукции. На основе этого принципа в проводнике, который пересекает магнитные линии поля, возникает (индуктируется) электродвижущая сила, величина которой зависит от того, какое число магнитных линий проводник пересекает за одну секунду.

Число магнитных линий, проходящих через 1 $см^2$ поверхности полюса магнита или электромагнита, называется магнитной индукцией,

которая измеряется в гауссах и обозначается буквой B. Следовательно, величина э. д. с. индукции находится в зависимости от магнитной индукции и пропорциональна ей, т. е. чем больше индукция B, тем больше и э. д. с., так как количество пересечений магнитных линий возрастает вместе с увеличением индукции.

Число пересечений магнитных линий проводником зависит также от скорости v перемещений проводника в магнитном поле: чем быстрее движется проводник, тем больше магнитных линий он пересекает в секунду.

Число пересечений зависит еще и от того, какая длина проводника находится в магнитном поле. Эта длина называется активной; чем она больше, тем большее количество магнитных линий пересекается проводником каждую секунду.

Часть проводника, находящаяся вне поля, не участвует в индуктировании э. д. с.

Таким образом число пересекаемых проводником магнитных линий зависит: а) от индукции поля B; б) от скорости движения проводника v; в) от активной длины l проводника. При перемещении проводника длиной в l *см* со скоростью v *см* в секунду в магнитном поле с индукцией B гауссов в секунду будет пересекаться $B \cdot l \cdot v$ магнитных силовых линий.

Электродвижущая сила, равная одному вольту, индуктируется в проводнике, если он в одну секунду пересекает 100 миллионов (10^8) магнитных линий.

Если проводник будет пересекать в одну секунду только одну магнитную силовую линию, то электродвижущая сила будет в 10^8 раз меньше, т. е. электродвижущая сила будет равна $\frac{1}{10^8}$ *в*, что можно обозначить, как 10^{-8}.

Когда проводник пересекает не одну силовую линию, а $B \cdot l \cdot v$ силовых линий, электродвижущая сила, выраженная в вольтах, будет в $B \cdot l \cdot v$ раз больше и ее величина определится выражением:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ в}.$$

Если за все время движения проводника индукция магнитного поля будет неизменной, то и величина электродвижущей силы (как это видно из приведенной выше формулы) также не будет изменяться.

Известно, что электродвижущая сила вызывает в цепи электрический ток. Направление этого тока определяется по правилу правой руки: если расположить ладонь правой руки так, чтобы магнитные силовые линии поля входили в ладонь, а большой палец был направлен в сторону движения проводника, то индуктируемый в проводнике ток будет направлен в сторону остальных вытянутых пальцев. При направлении поля и движении проводника, показанных на рис. 132, ток будет направлен от нас. В случае изменения направления движения проводника или направления магнитного поля изменится и направление тока, индуктируемого в проводнике.

Для непрерывного движения проводника в магнитном поле в целях генерирования в нем электродвижущей силы необходимо вращать проводники вокруг оси в поле магнита NS, как это показано на рис. 133, где вокруг оси *00* вращается виток, состоящий из двух последовательно соединенных проводников *аб* и *вг*. В этом случае мы имеем простейший генератор электрического тока, где концы витка соединены с двумя кольцами *1* и *2*, вращающимися вместе с проводниками. Если с кольцами все время будут соприкасаться щетки *Щ*, ток от генератора будет поступать во внешнюю цепь.

Применяя к витку правило правой руки для определения индуктируемой в каждом его проводнике электродвижущей силы, установим, что, когда проводник *аб* проходит под северным полюсом магнита *N*, направление индуктированной в нем э. д. с. будет от нас; в проводе *вг*, который в это время проходит под южным полюсом магнита, направление э. д. с. будет обратным, т. е. к нам. Следовательно, обе индуктированные э. д. с. по правилу

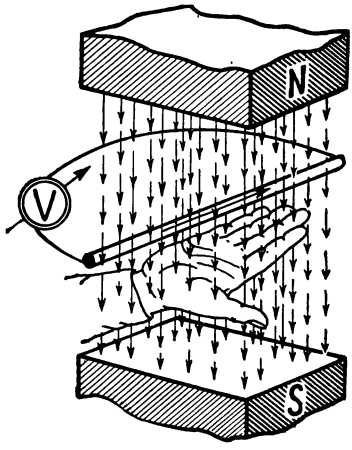


Рис. 132. Правило правой руки для определения направления тока в проводе, перемещающемся в магнитном поле

Направление магнитных линий — перпендикулярно ладони; направление движения провода — в сторону большого пальца; направление тока—вдоль вытянутых остальных пальцев

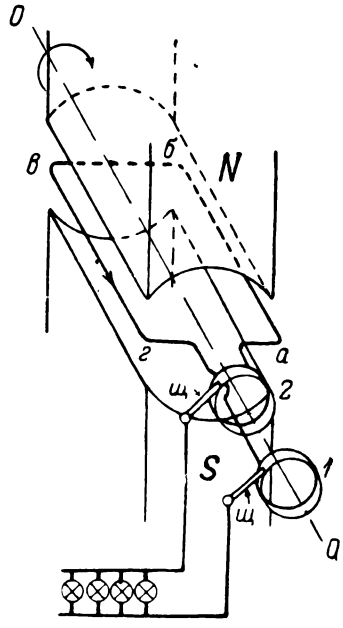


Рис. 133. Схема простейшего генератора электрического тока

N и *S* — полюсы магнитов; *аб* и *вг* — два последовательно соединенных проводника; *1* и *2*—кольца, к которым присоединены концы проводников; *Щ*—щетки. При вращении проводника вокруг оси *00* через щетки будет проходить переменный электрический ток

последовательного соединения будут складываться, а ток во внешней цепи проходить от кольца *1* к кольцу *2*.

Как только через полоборота положение сторон витка изменится на обратное (рис. 134), т. е. проводник *аб* будет находиться под южным полюсом, а проводник *вг* — под северным, изменятся и направления э. д. с., которые, однако, тоже будут складываться; ток во внешней цепи пойдет от кольца *2* к кольцу *1*.

Таким образом во внешней цепи будет переменный по направлению электрический ток. Но электродвижущая сила, а следовательно, и ток в цепи будут изменяться не только по направлению, но и по величине, так как при

перемещении проводников в магнитном поле по окружности число пересекаемых магнитных силовых линий в каждый момент будет изменяться, как это видно из рис. 135, где образование магнитного поля между полюсами N и S производится на основании указанного выше принципа, т. е. электрическим током, проходящим по обмоткам двух катушек m, надетых на сердечники полюсов электромагнита N и S. Пунктиром на рис. 135 обозначен средний путь магнитных силовых линий в магнитной системе машины.

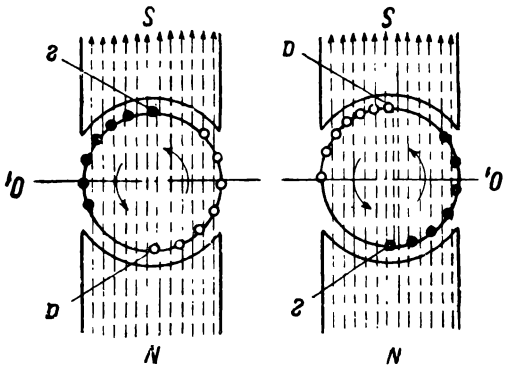


Рис. 134. Пересечение сторонами витка магнитных силовых линий

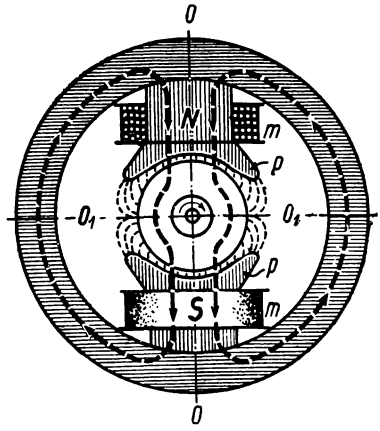


Рис. 135. Распределение магнитного потока под полюсами в электрической машине

Благодаря подбору соответствующей формы так называемых полюсных наконечников p, которыми заканчиваются сердечники полюсов N и S, число пересекаемых проводом магнитных силовых линий (т. е. индукция B) изменяется при вращении витка по кривой, которая носит название синусоиды; следовательно, и электродвижущая сила на основании уравнения

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8}$$

будет изменяться также по синусоиде.

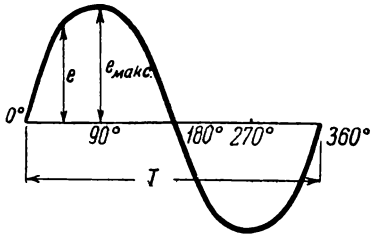


Рис. 136. Кривая напряжения машины переменного тока

e — величина напряжения в каждый момент; $e_{макс}$ — наибольшая величина напряжения (амплитуда); T — период

При прохождении витка через так называемую нейтральную ось машины $0_1 0_1$ (рис. 135), перпендикулярную направлению магнитного потока, где магнитная индукция B будет равна нулю, величина э. д. с. и тока во внешней цепи будет переходить через нуль от положительного значения к отрицательному и от отрицательного к положительному, так как каждый проводник в нейтральной оси будет переходить из сферы действия одного полюса в сферу действия другого. При прохождении проводника под серединой северного или южного полюсов, где число пересекаемых магнитных линий будет наибольшим, э. д. с. имеет максимальную величину.

На рис. 136 приведена синусоида, являющаяся графическим изображением изменения электродвижущей силы в витке, вращающемся в магнитном поле между полюсными наконечниками p. Ток во внешней цепи будет синусоидальным переменным током.

На рис. 136 обозначены: через e величина э. д. с. в каждый момент вращения; через $e_{макс}$ — величина э. д. с. при прохождении проводников под серединами полюсов; через T — время полного оборота витка вокруг оси OO (период), начиная и кончая нейтральной осью $O_1 O_1$, где величина э. д. с. равна нулю.

Назначение коллектора в электрическом генераторе постоянного тока

Электродвижущая сила, индуктированная в витке, состоящем из двух проводников *аб* и *вг* (см. рис. 133), изменяет свое направление каждый раз, когда виток проходит через нейтральную ось или, короче, через нейтраль.

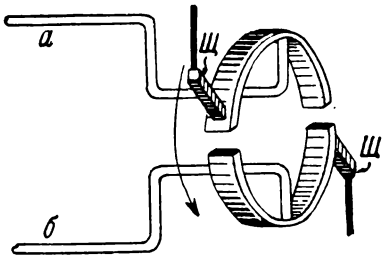


Рис. 137. Простейший коллектор

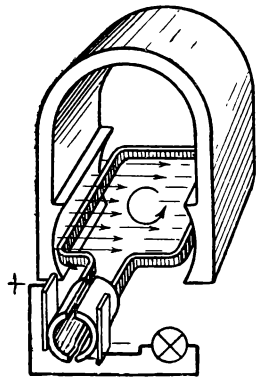


Рис. 138. Схема простейшего генератора постоянного тока

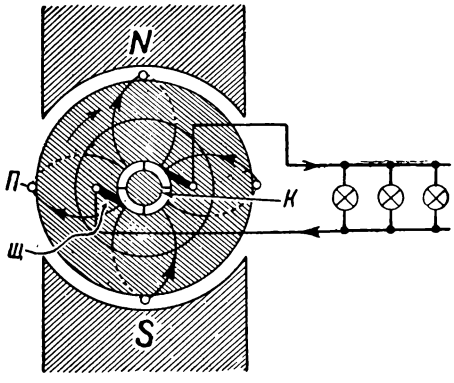


Рис. 139. Схема машины постоянного тока с двумя витками, вращающимися в магнитном поле

N и *S* — полюсы электромагнитов; *П* — провод; *К* — коллектор; *Щ* — щетки

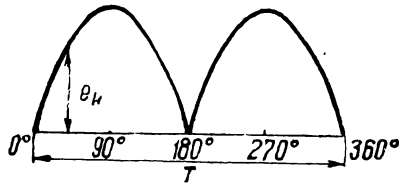


Рис. 140. Кривая напряжения постоянного тока при одном витке, вращающемся между полюсами (пульсирующий ток)

e_k — напряжение на коллекторе в каждый момент; T — период

Чтобы получить э. д. с. постоянного направления, надо концы проводов присоединить не к двум кольцам, а к двум половинам одного кольца, изолированным друг от друга, как это показано на рис. 137.

Если на такое кольцо, называемое простейшим коллектором, наложить две неподвижные щетки *Щ* так, чтобы при вращении коллектора вместе с витками они переходили с одного полукольца на другое точно в те моменты, когда направление э. д. с. в проводах изменяется, переходя через нуль, то электродвижущая сила между щетками будет иметь постоянное направление, оставаясь переменной по величине.

Если вместо одного витка взять два, расположив их друг к другу под прямым углом, и соединить их последовательно между собой через коллектор, разрезав для этого кольцо на 4 части (рис. 139), то в каждом витке будут индуктироваться электродвижущие силы, которые достигнут своих максимальных и нулевых значений не одновременно, а одна позднее другой на время, соответствующее повороту витков на четверть полного оборота вокруг оси, как говорят, изменение электродвижущей силы в одном витке будет отставать по фазе на четверть периода от изменения э. д. с. в другом витке.

Колебание э. д. с. между щетками в этом случае будет значительно меньше, чем при одном витке; однако э. д. с. остается пульсирующей, и ток, который будет протекать по цепи, носит название пульсирующего тока (рис. 140).

Пульсацию электродвижущей силы и тока можно значительно уменьшить, если увеличивать число вращающихся в магнитном поле витков, располагая добавочные витки на равных расстояниях между собой в промежутках между прежними витками. Если все витки соединить последовательно через коллектор, имеющий соответствующее число секторов, которые называются пластинами, то суммарная электродвижущая сила, полученная при сложении отстающих друг от друга по фазе э. д. с., будет иметь незначительные колебания, величина которых будет зависеть от числа витков и коллекторных пластин.

Получение магнитного поля

Магнитное поле, необходимое для индуктирования электродвижущей силы в обмотке якоря, может создаваться постоянными магнитами или электромагнитами. Машины, в которых поле создается по первому способу, называются магнитоэлектрическими, а машины, в которых магнитное поле возбуждается по второму способу, называются динамомашинами.

Магнитоэлектрические машины строятся на весьма малые мощности и для специальных целей. Представителями магнитоэлектрических машин являются магнето и индукторы.

Динамомашины, в которых магнитное поле создается электромагнитами, могут быть или с независимым посторонним возбуждением, или с самовозбуждением. Электрические машины, применяющиеся в киносети, строятся с самовозбуждением, т. е. катушки электромагнитов получают ток от якоря самой динамомашины.

Способ самовозбуждения электрических машин основан на явлении, которое носит название остаточного магнетизма в магнитной системе машины.

Если якорь динамомашины начнет вращаться в поле остаточного магнетизма, то в его обмотке индуктируется некоторая э. д. с. Хотя величина этой э. д. с. весьма незначительна и не превышает одного или нескольких вольт, она, однако, является достаточной, чтобы положить начало нормальному самовозбуждению.

Если обмотку электромагнитов приключить к щеткам якоря так, чтобы ток, возникающий в ней от э. д. с. остаточного магнетизма, создавал в электромагнитах поток того же направления, какое имеет остаточное поле, то магнитное поле в машине начинает возрастать; вместе с ним будет возрастать и э.д.с., индуктированная в обмотке якоря.

Это одновременное нарастание электродвижущей силы и магнитного поля будет наблюдаться до тех пор, пока не наступит так называемое н а с ы щ е н и е м а г н и т н о й с и с т е м ы, т. е. пока (по естественным свойствам железа и стали) нарастание магнитного поля не прекратится и наступит равновесие в магнитном и электрическом состояниях машины.

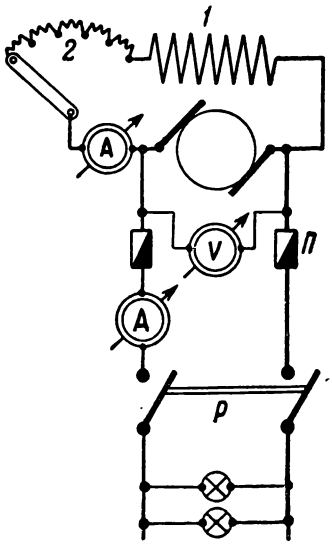


Рис. 141. Схема шунтового (параллельного) возбуждения в генераторе постоянного тока

1 — шунтовая обмотка; *2* — шунтовой реостат; *V* — вольтметр; *А* — амперметр; *П* — предохранитель; *Р* — рубильник

Если по каким-либо причинам остаточный магнетизм в машине будет уничтожен или ток от остаточного магнетизма будет создавать магнитный поток обратного направления, машина, как говорят, будет р а з м а г н и ч е н а и самовозбуждение ее окажется невозможным. В этом случае для создания магнитного поля придется воспользоваться посторонним источником постоянного тока — аккумуляторной или гальванической батареей, или другим генератором.

Магнитная система динамомашины может состоять из одной пары полюсов; тогда машина называется д в у х п о л ю с н о й. При наличии большего числа пар полюсов — 2, 3, 4 и т. д.— машина называется м н о г о п о л ю с н о й.

В двухполюсной машине имеется одна электрическая нейтраль; следовательно, число щеток в ней должно быть равно двум. В многополюсных машинах число нейтралей будет равно половине числа полюсов; поэтому число щеток в них должно быть равно числу полюсов.

Полярность щеток чередуется. Для присоединения к многополюсной машине внешней цепи и обмоток возбуждения щетки соединяются между собой через одну параллельно. Одна группа щеток (положительные) образует п о л о ж и т е л ь н ы й п о л ю с машин, другая группа (отрицательные) образует о т р и ц а т е л ь н ы й п о л ю с.

В небольших электростанциях постоянного тока применяются двухполюсные или четырехполюсные машины. Обмотки возбуждения включаются в них в цепь якоря параллельно внешней цепи (рис. 141); при таком включении динамо имеет параллельное или ш у н т о в о е включение возбуждения. Такие машины называются ш у н т о в ы м и.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначаются электрические машины и что такое обратимость электрических машин?
2. На каких принципах основано действие электрических машин?
3. Как образуется электродвижущая сила в витке, вращающемся в магнитном поле?
4. Почему меняется электродвижущая сила в витке, вращающемся в магнитном поле?

5. Как переменная по направлению э.д.с. в витке преобразуется в постоянную по направлению во внешней цепи?

6. Что такое пульсация тока и каким образом уменьшается ее величина в электрической машине?

7. Какие способы возбуждения (получения магнитного потока) применяются в электрических машинах?

8. На каком явлении основан способ самовозбуждения электрических машин?

9. От чего зависит величина индуктируемой э. д. с.?

10. Какие машины называются шунтовыми?

Глава 12

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Для питания звуковых кинопередвижек применяются электростанции передвижного типа, вырабатывающие однофазный переменный ток 110—115 вольт с частотой 50 периодов в секунду.

Генератор представляет собой несколько видоизмененную шунтовую машину постоянного тока (рис. 142), состоящую из четырех главных частей: магнитной системы; якоря с двумя независимыми обмотками; коллектора; щеток и щеткодержателей и ряда вспомогательных деталей, входящих в конструкцию машины.

Магнитная система. Магнитная система, или система возбуждения электрической машины, состоит из сердечников для магнитных полюсов, катушек обмотки возбуждения машины, ярма, или станины.

Полюсные сердечники штампуются вместе с полюсными наконечниками (рис. 143), материалом для которых служит

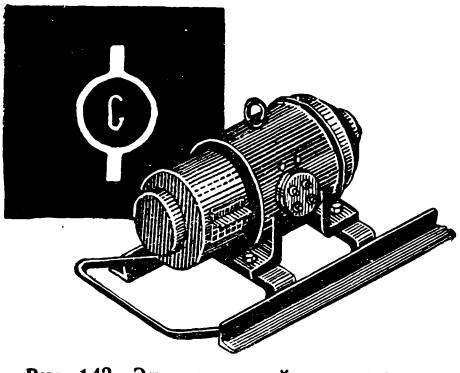


Рис. 142. Электрический генератор и его условное обозначение

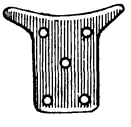


Рис. 143. Выштампованный лист для сердечника с полюсным наконечником

специальное, так называемое динамное железо, обладающее хорошей проводимостью для магнитного потока. Форма полюсных наконечников способствует правильному распределению магнитного потока по якорю для безискровой работы машины. Из выштампованных железных листов набираются полюсные сердечники с наконечниками.

Катушки обмотки возбуждения наматываются из изолированного медного провода. Шунтовые катушки состоят из большого числа витков круглого сечения.

Катушки северного и южного полюсов соединяются между собой таким образом, чтобы направление тока в катушках было различным.

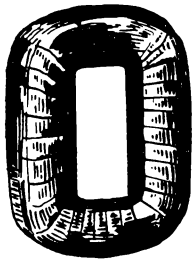


Рис. 144. Катушка возбуждения

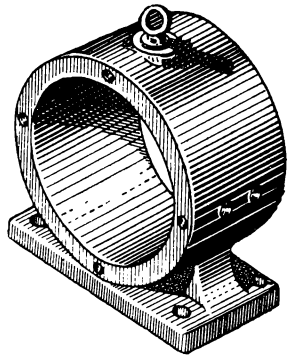


Рис. 145. Станина (ярмо) электрической машины

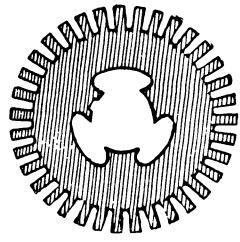


Рис. 146. Выштампованный лист для якоря

Если смотреть по оси сердечника на якорь машины, то направление витков северных полюсов должно быть слева направо, а для южных — справа налево. При неправильном соединении катушек возбуждения магнитные потоки в сердечниках будут противоположны друг другу и общий поток будет равен нулю; следовательно, машина не будет возбуждаться. Для сохранения формы намотанные катушки обертываются бумажной (киперной) лентой и обвязываются бечевкой; для улучшения изоляции катушки пропитываются шеллачным лаком (рис. 144). От железа сердечников катушки отделяются прокладками.

Ярмо, или станина (рис. 145), является одновременно основой для сборки отдельных деталей машины. Полюсные сердечники крепятся к ярму, замыкающему магнитный поток, возбуждаемый обмотками полюсов.

Ярмо изготовляется из мягкой литой стали с большой магнитной проницаемостью и значительным остаточным магнетизмом, необходимым для самовозбуждения машины. Форма станины бывает обычно круглая, с приливами для крепления машины к раме вместе с двигателем.

К станине крепятся подшипниковые крышки, которые служат опорами для вала якоря; подшипники обычно шариковые, закрывающиеся крышками на винтах для предохранения от попадания в машину через подшипники пыли, воды и т. п. Для осмотра, промывки и набивки подшипников смазкой крышки могут сниматься.

Якорь. Якорь электрической машины является основой для обмоток и вместе с тем одним из элементов магнитной цепи машины.

Якорь собирается из отдельных выштампованных дисков из листового динамного железа толщиной 0,35—0,5 *мм*; на окружности дисков делаются пазы для обмотки (рис. 146). Для уменьшения потерь энергии в машине и предотвращения нагревания якоря диски изолируются с одной стороны наклейкой тонкой папиросной бумаги или же покрываются лаком. Собранные в пакет диски плотно прижимаются специальными гайками, навертываемыми на вал, на котором собран якорь. Во впадины (пазы) якоря помещают обмотку машины, в которой индуктируется электродвижущая сила.

Обмотка изготовляется из медного изолированного бумажной пряжей или эмалью провода, круглого или прямоугольного сечения.

Обмотка якоря состоит из отдельных частей — с е к ц и й (рис. 147), которые изготовляются по определенной форме из нескольких витков провода на специальных шаблонах; число витков одинаково для каждой секции.

В витках якоря машины, вращающихся в магнитном поле, возбуждается переменный ток, который выпрямляется затем коллектором и превращается в ток постоянный.

Якорь электрического генератора, применяемого в киносети, содержит две независимых обмотки; одна из них присоединяется к коллектору, от которого через щетки питается постоянным током обмотка возбуждения; вторая обмотка выведена на два кольца, от которых через щетки подается однофазный переменный ток на киноустановку. Частота переменного тока зависит от числа оборотов якоря машины.

Машины переменного тока, возбуждаемые постоянным током и работающие при частоте, строго соответствующей числу оборотов машины, называются с и н х р о н н ы м и м а ш и н а м и.

Секции вкладываются в пазы якоря так, что одна сторона находится под северным полюсом, другая — под южным; в каждый паз вкладываются по одной стороне две смежных секции, одна над другой.

Концы сторон двух секций, помещенные в одном пазу, соединяют и припаивают к одной из пластин коллектора; число коллекторных пластин должно соответствовать числу секций. Таким образом соединяют последовательно все секции в обмотке якоря (рис. 148).

Для лучшего сглаживания тока внешней цепи число секций и коллекторных пластин бывает обычно нечетным.

Чтобы стороны секций обмотки, вложенные в пазы якоря, не выбрасывались центробежной силой при работе машины, пазы после укладки всех

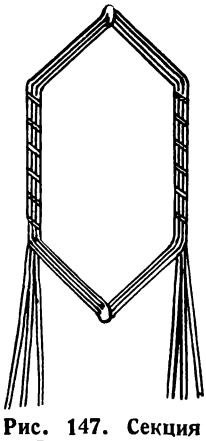


Рис. 147. Секция обмотки якоря

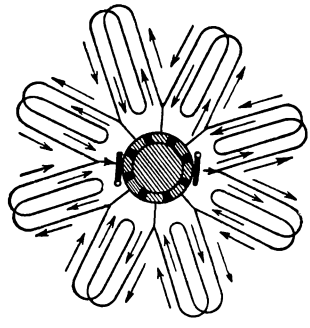


Рис. 148. Схема обмотки якоря электрической машины

секций закрывают клиньями, а на якорь накладывают несколько поперечных бандажей из витков мягкой стальной проволоки, пропаянных оловом между собой.

Генераторы передвижных электростанций являются м н о г о о б м о т о ч н ы м и м а ш и н а м и, т. е. в пазы якоря укладываются две разных обмотки, в которых генерируется одновременно два разных напряжения:

одно, выпрямленное на коллекторе, питает катушки возбуждения постоянным током; второе через кольца питает киноустановку переменным током.

Чтобы якорь машины не задевал за полюсные наконечники магнитной цепи, между якорем и наконечниками оставляется промежуток — воздушный зазор, величиной до 0,5 *мм*.

Коллектор. Коллектор выпрямляет переменный ток, генерируемый в обмотке якоря, и состоит из отдельных секторов, называемых коллекторными пластинами, которые собираются на специальной втулке и изготовляются из полос твердотянутой меди.

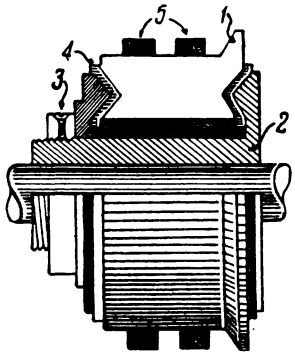


Рис. 149. Коллектор
1 — коллекторная пластина; *2* — втулка; *3* — прижимная гайка; *4* — изоляция; *5* — щетки

Пластины крепятся на втулке *2* посредством так называемого ласточкиного хвоста (рис. 149), который зажимается между втулками соответствующей формы и шайбой, прижимаемой к пластинам гайкой *3*.

От втулки и шайбы, а также между собой коллекторные пластины тщательно изолируются слюдой или миканитом. Обычная толщина изоляции — от 0,5 до 2 *мм*, в зависимости от диаметра коллектора и ширины пластин, а также от напряжения постоянного тока.

Коллекторные пластины и изолирующие прокладки между ними подбирают приблизительно одинаковой твердости, в противном случае либо медь будет быстрее изнашиваться и изоляция будет выступать над коллектором, в результате чего щетки будут вибрировать и искрить, либо слюдяные прокладки будут изнашиваться быстрее меди, и между пластинами образуются промежутки в виде борозд, в которые будет от истирания поверхности коллектора забиваться медная пыль, что приведет к короткому замыканию секций, присоединенных к соседним пластинам.

Во избежание этих нежелательных явлений часто профрезеровывают канавки по слюдяной или миканитовой изоляции между пластинами (продораживание) на глубину от 0,5 до 1 *мм* (рис. 150). В результате продораживания щетки не задевают изоляционные прокладки, а медная пыль не задерживается в достаточно широких пазах, так как выбрасывается центробежной силой при вращении якоря.

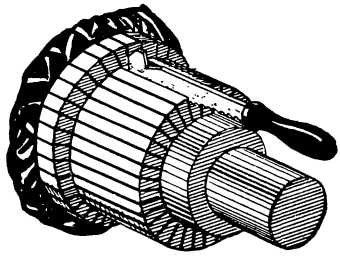


Рис. 150. Продораживание коллектора

Поверхность коллектора должна быть строго цилиндрической (во избежание подпрыгивания и искрения щеток) и полированной (в целях уменьшения износа щеток и лучшего соприкосновения всей поверхности их с коллектором). С течением времени по мере эксплоатации машины рабочая поверхность коллектора темнеет, становится как бы оксидированной. Это явление вполне нормальное и не отражается на качестве работы машины. Поэтому не следует стремиться выводить это потемнение и доводить поверхность коллектора до яркого блеска, так как излишняя чистка ускоряет износ коллектора и может повести к его порче. Для шлифовки коллектора применяется колодка с мелкой стеклянной шкуркой № 00 (рис. 151).

Контактные кольца. Обмотка якоря, в которой генерируется переменный ток для непосредственного питания киноустановки, представляет собой целый провод, который в определенном порядке укладывается в пазы якоря. Начало и конец обмотки подключаются к двум контактным кольцам, укрепленным на валу якоря изолированно от него и друг от друга.

Контактные кольца, как и коллектор, должны иметь цилиндрическую гладкую полированную поверхность.

Щетки и щеткодержатели. Щетки служат для отвода электрического тока с коллектора и контактных колец во внешнюю цепь.

Для генераторов передвижных электростанций применяются главным образом медно-угольные или медно-графитные щетки. Качество щеток имеет большое значение для правильной работы машин. Щетки должны быть однородны по составу, не должны содержать твердых крупинок (песка, твердых кусочков кокса и т. п.), могущих задрать поверхность коллектора, быть прочными на истирание, не ломаться и не выкрошиваться. Трение по коллектору должно быть незначительным и щетки должны хорошо к нему пришлифовываться.

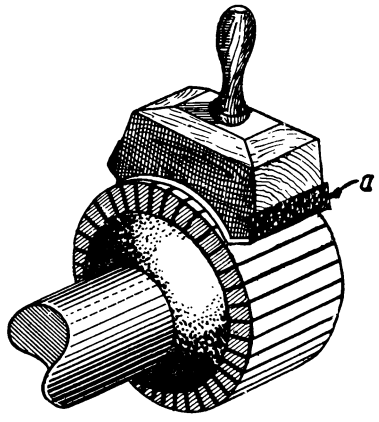


Рис. 151. Колодка для шлифовки коллектора
а — стеклянная шкурка № 00

Размер щеток по ширине зависит от ширины коллекторных пластин, так как щетки должны перекрывать от 1,5 до 3 коллекторных пластин. По

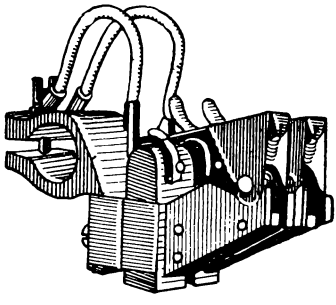


Рис. 152. Щеткодержатель

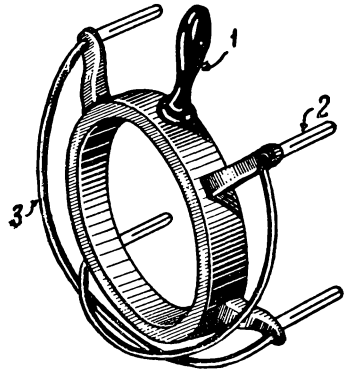


Рис. 153. Траверс
1 — рукоятка; *2* — палец; *3*—соединительные провода

длине, т. е. по направлению оси машины, щетки бывают от 10 до 30 *мм*. Если одной щетки недостаточно, их ставят по нескольку параллельно.

Щетки устанавливаются на коллекторе в так называемых электрических нейтралях — места между полюсами машины. Наивыгоднейшее положение щеток для машины, когда под щетками нет искрообразования и напряжение машины наибольшее. Устанавливаются щетки опытным путем на заводе

при полной нагрузке, на которую рассчитана машина, и помечаются особыми знаками в виде красной черты.

Щетки устанавливаются и закрепляются в щеткодержателях (рис. 152), которые держат щетки в определенном положении, дают им правильное направление и создают необходимый нажим на коллектор посредством пружин. Щеткодержатели крепятся на щеточном траверсе (рис. 153); поворот траверса вызывает одинаковое перемещение всех щеток в ту или другую сторону по коллектору.

Чтобы не закоротить машину, щеткодержатели должны быть тщательно изолированы от траверса.

Шунтовой реостат. Напряжение генератора регулируется шунтовым реостатом, включенным последовательно в цепь обмотки возбуждения.

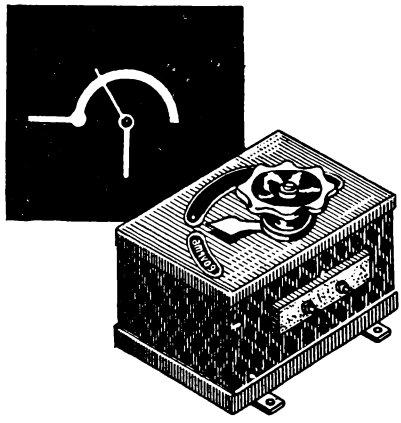


Рис. 154. Шунтовой реостат РШ и его условное обозначение

Шунтовой реостат (рис. 154) представляет собой омическое сопротивление, величину которого можно изменять посредством рукоятки, скользящей по контактам, подключенным к сопротивлению на различных участках его длины. Увеличивая или уменьшая величину сопротивления в обмотке цепи возбуждения, мы изменяем силу тока в катушках, благодаря чему изменяется величина магнитного потока, а вследствие этого увеличивается или уменьшается напряжение во внешней цепи.

Асинхронные генераторы

Для электростанций передвижных киноустановок применяются генераторы переменного тока типа АПН-10, КГ-7, ГПК-1, ГПК-2.

Генератор АПН-10 (рис. 155) завода «Электросила» имеет следующую техническую характеристику: род тока переменный, однофазный; мощность 0,75 киловатт; напряжение 120 вольт; сила тока 6 ампер; 1500 об/мин.; частота 50 пер/сек.; вес 62 *кг*. Габаритные размеры: длина 465 *мм*, ширина 260 *мм*, высота 300 *мм*.

Якорь генератора АПН-10 имеет самостоятельные обмотки: обмотку однофазного переменного тока, выведенную на кольца машины (рис. 156), и обмотку, присоединенную к коллектору и служащую для получения постоянного тока от 3,5 до 5,3 ампера при напряжении 30 вольт. Постоянный ток используется для возбуждения машины.

Шаг по железу обмотки постоянного тока — из первого паза в пятый паз (рис. 157).

Обмотка переменного тока (рис. 158) состоит из четырех катушек, две из которых укладываются с шагом из первого в четвертый паз, а две другие — с шагом из первого в пятый паз.

Число витков обмотки постоянного тока в пазу — 6, т. е. 12 проводников. Обмотка постоянного тока состоит из 18 шаблонов. В каждом шаблоне три секции, в каждой секции по два витка.

Число витков обмотки переменного тока равно 47.

Выводы на кольца от обмотки переменного тока производятся от восемнадцатого и пятого пазов.

Шаг по коллектору обмотки постоянного тока равен 26; общее число коллекторных пластин 53.

Сечение обмотки постоянного тока 0,68 *мм*² (⌀ 0,93 *мм*); вес 0,3 *кг*.

Сечение обмотки переменного тока 1,43 *мм*² (⌀ 1,35 *мм*); вес 1 *кг*.

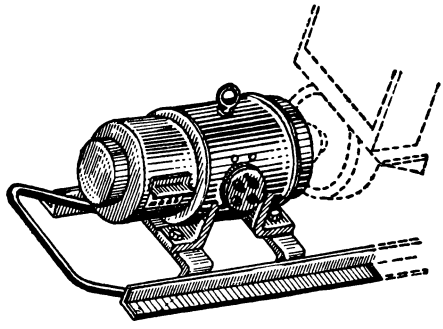


Рис. 155. Генератор электростанции кинопередвижки АПН-10

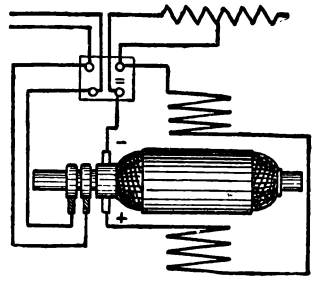


Рис. 156. Схема генератора АПН-10

Обмотка возбуждения имеет 600 витков на каждом полюсе. Все четыре катушки соединены в две группы параллельно и последовательно между собой (рис. 159); сечение обмотки — 0,68 *мм*² (⌀ 0,93 *мм*); вес — 5,8 *кг*.

Станина генератора — стальная, с приваренными лапами. Сердечники четырех неподвижных полюсов генератора штампуются из листовой стали толщиной 1 *мм*, скрепляются шестью заклепками и привертываются к станине болтами. Якорь генератора собран из штампованных дисков тол-

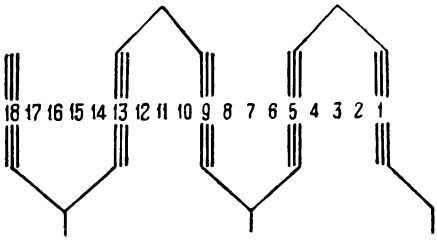


Рис. 157. Схема обмотки постоянного тока генератора АПН-10

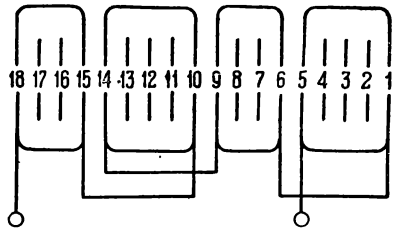


Рис. 158. Схема обмотки переменного тока генератора АПН-10

щиной 0,8 *мм* и насажен непосредственно на вал. Якорь закреплен на валу прямоугольной шпонкой, а с торцов скреплен кольцами.

Основная обмотка переменного тока укладывается в пазы якоря снизу, а обмотка постоянного тока — сверху.

Подводка концов обмотки переменного тока к контактным кольцам производится через углубление в валу якоря. Концы обмотки постоянного тока соединяются с пластинами коллектора.

Подшипники вала генератора шариковые. Для охлаждения генератора со стороны, противоположной коллектору, на вал якоря насажена крыльчатка, которая при вращении создает обмен воздуха внутри машины.

Переменный ток снимается с колец четырьмя щетками, каждая пара которых соединена между собой параллельно. Постоянный ток снимается с коллектора также четырьмя щетками, соединенными попарно в параллель. Правильное положение щеток определяется заводскими отметками, нанесенными на подшипниковом щитке и подвижном траверсе, несущем щеткодержатели.

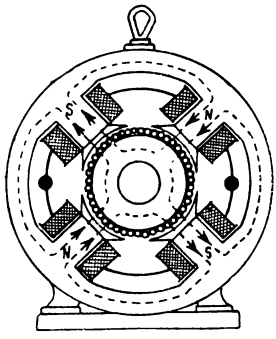


Рис. 159. Соединение катушек возбуждения в четырехполюсном генераторе

На корпусе генератора имеется клеммная панель с четырьмя контактными зажимами: к двум зажимам выведен постоянный ток, и на них имеется обозначение =; к двум другим зажимам подведен переменный ток и на них обозначено ∾.

Для регулирования возбуждения в цепь постоянного тока вводится последовательно реостат, сопротивление которого равно 15 омам.

В зависимости от величины сопротивления, вводимого в цепь возбуждения генератора, сила тока может изменяться в пределах от 3,5 до 5,3 ампера. Это дает возможность поддерживать в цепи переменного тока необходимое напряжение 110—120 вольт, а в обмотке возбуждения — 30 вольт.

К зажимам переменного тока присоединяется распределительный щиток, через который ток передается по кабелю к киноустановке (рис. 160).

На щитке расположены: *1* — вольтметр переменного тока на 140 вольт, *2* — контрольная лампа накаливания, два предохранителя на 10 ампер, *3*—штепсельные гнезда для подключения линии питания киноустановки и *4* — клеммы для присоединения распределительного устройства к генератору.

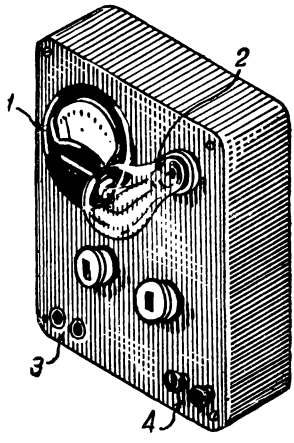


Рис. 160. Распределительный щиток

1—вольтметр; *2*— контрольная лампа; *3* — штепсельные гнезда для подключения линии питания; *4*— клеммы для подключения щитка к электрогенератору

Электрогенератор АПН-10 монтируется с двигателями Л-3 и Л-3/2, рассчитанными на 1500 об/мин.

Электростанции, состоящей из электрогенератора АПН-10 и двигателя Л-3/2, присвоен шифр «ЭСЛ3/2».

С двигателями В-3, рассчитанными на 3000 об/мин., монтируются электрогенераторы типа КГ-7, ГПК-1 и ГПК-2. Последние имеют меньшее распространение в киносети, чем генераторы АПН-10.

Генератор КГ-7 (рис. 161) имеет следующую техническую характеристику: род тока переменный, однофазный, 50 пер/сек.; напряжение 120 вольт; сила тока 9 ампер; мощность 1100 ватт; 3000 об/мин.; вес 28 *кг*. Габаритные размеры: длина 390 *мм*; ширина 200 *мм*; высота 225 *мм*.

Крышки и основание генератора — литые из алюминиевого сплава. Корпус-ярмо — цельнотянутая стальная труба. Вал вращается в шариковых подшипниках.

Статор-корпус (неподвижная часть) имеет две катушки возбуждения (рис. 162) в отличие от статора АПН-10, имеющего четыре катушки, т. е. КГ-7 — двухполюсная машина, а генератор АПН-10 — четырехполюсная.

Якорь генератора КГ-7 имеет всего одну обмотку; отдельной обмотки постоянного тока для возбуждения электромагнитов в генераторе КГ-7 нет.

Генератор КГ-7 представляет собой обыкновенную динамомашину постоянного тока, в которой от обмотки якоря выведены отпайки на контактные кольца. Таким образом с одной и той же обмотки якоря, подведенной

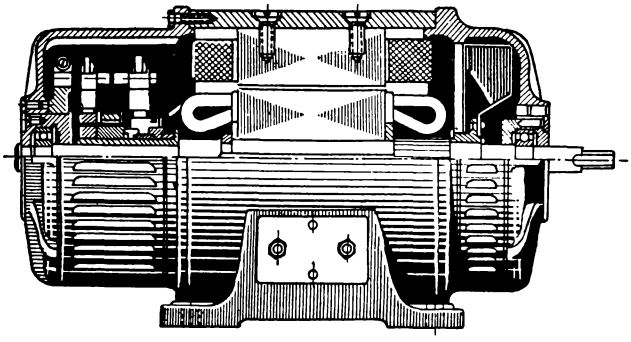


Рис. 161. Генератор КГ-7

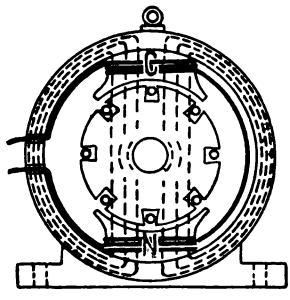


Рис. 162. Соединение катушек возбуждения в двухполюсной машине

к коллектору, снимается постоянный ток для возбуждения магнитного поля, а с контактных колец — переменный ток для питания киноустановки.

С коллектора ток снимается щетками, помещенными в держателях, укрепленных на пальцах траверса. Траверс может перемещаться под некоторым углом и устанавливается в правильное положение по заводским меткам.

Напряжение во внешней цепи регулируется реостатом с ползунком типа Рустрат (рис. 163), включенным последовательно в цепь постоянного тока, поступающего на катушки возбуждения. Реостат вмонтирован в распределительное устройство, которое входит в комплект передвижной электростанции.

Кроме реостата, на распределительном устройстве (рис. 164) помещаются: контрольная лампа *3*, два электроизмерительных прибора (амперметр и вольтметр)*1*, *2*, два предохранителя *4*, *4*, двухполюсный рубильник *5*, штепсельная розетка для ручной лампы и три пары контактных клемм для подключения реостата в цепь обмотки возбуждения, для ввода переменного тока 120 вольт от электрогенератора и для подключения линии переменного тока к киноустановке.

Постоянный ток через положительную щетку на коллекторе направляется внутри машины к зажиму *М* на панели генератора, отсюда идет в начало спирали реостата и через ползунок присоединяется ко второму зажиму; через отрицательную щетку на коллекторе замыкается цепь обмотки якоря.

Напряжение постоянного тока возбуждения генератора 180 вольт, сила тока 0,5 ампера.

Переменный ток из обмотки якоря поступает в одно из контактных колец: через щетку ток подводится к одной из клемм на внешней панели генератора, отмеченной знаком ∾. Затем ток поступает в зажимы рубильника и отсюда через предохранители и амперметр к клеммам внешней цепи, к которым присоединяется киноустановка.

Генератор ГПК-1 имеет следующую техническую характеристику: род тока переменный, однофазный; 50 пер/сек.; напряжение 115 вольт; сила тока 9 ампер; мощность 1000 ватт; 3000 об/мин. (следовательно, может комплек-

товаться с двигателем В-3). По весу и габаритным размерам ГПК-1 мало отличается от генератора КГ-7.

Якорь генератора ГПК-1 имеет две самостоятельных обмотки: отдельно — для постоянного тока и отдельно — для переменного тока. Основная электрическая схема генератора ГПК-1 сходна с генератором АПН-10. Корпус генератора — стальной, сварной, крышки — алюминиевые. Вал вращается в шариковых подшипниках.

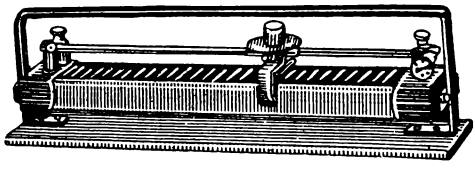


Рис. 163. Реостат Рустрата

Как видно из схемы (рис. 165), статор машины двухполюсный. Катушки возбуждения соединены параллельно. Ток в обмотках возбуждения регулируется реостатом, вмонтированным в распределительное устройство.

На распределительном щитке (рис. 166), кроме реостата, помещаются вольтметр на 140 вольт; частотомер от 48 до 52 герц; контрольная лампа; два однополюсных предохранителя; две пары гнезд для подключения внешней цепи переменного тока; общий однополюсный выключатель.

Кроме того, на щитке предусмотрена клеммная панель для подключения аварийного освещения от аккумулятора.

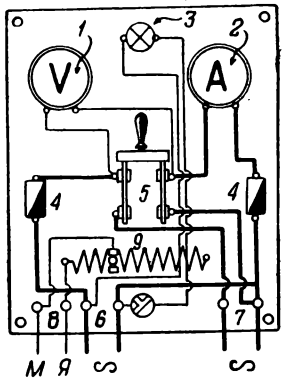


Рис. 164. Схема распределительного устройства КГ-7

1—вольтметр; *2*—амперметр; *3* —контрольная лампа; *4* — предохранители; *5* — двухполюсный рубильник; *6* — клеммы для подключения переменного тока от электрогенератора; *7*—клеммы для подключения киноустановки; *8* — клеммы шунтового реостата для регулирования напряжения возбуждения; *9* — шунтовой реостат

Генератор ГПК-2 имеет следующую техническую характеристику: род тока переменный, однофазный, 50 пер/сек.; напряжение 115 вольт; сила тока 9 ампер; мощность 1000 ватт; 1500 об/мин. (следовательно, генератор предназначен для комплектования с двигателем Л-3 и Л-3, 2). Электростанции, состоящей из двигателя Л-3 и генератора ГПК-2, присвоено название ЭПК-9 (электростанция передвижной киноустановки, 9-я модель).

Якорь генератора ГПК-2 имеет две самостоятельные обмотки (табл. 5): отдельно для постоянного тока (рис .167) и для переменного тока (рис. 168).

Таблица 5

Данные обмотки якоря генератора ГПК-2

Наименование	Обмотка постоянного тока	Обмотка переменного тока
Марка провода	ПШД, ПЭШО, ПЭБО	ПБД, ПЭБО
Диаметр голого провода .	∅ 0,51 *мм* + ∅ 0,59 *мм*	∅ 1,68 *мм* + ∅ 1,95 *мм*
Число секций	57	8
Число витков в секции . .	7	—

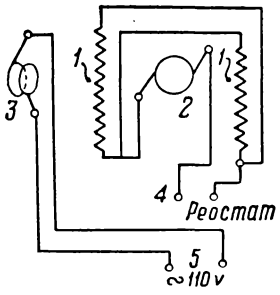


Рис. 165. Схема генератора ГПК-1

1 — обмотка возбуждения; *2* — коллектор; *3* — контактные кольца; *4* — клеммы подключения реостата; *5* — клеммы подключения киноустановки

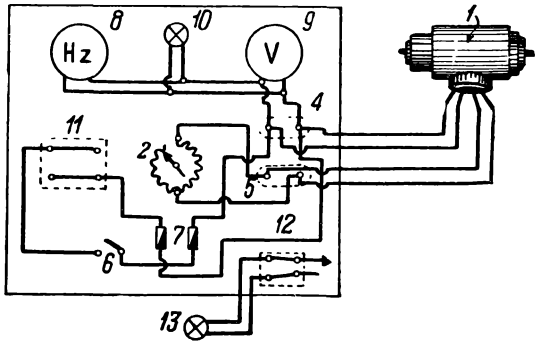


Рис. 166. Схема распределительного щитка ГПК-1

1 — генератор ГПК-1; *2* — реостат Р-200; *4* — клеммы ~ 110 вольт подключения электрогенератора; *5* — клеммы подключения реостата; *6* — выключатель В-1; *7* — предохранители 10 ампер; *8* — частотомер 48 — 52 пер/сек.; *9* — вольтметр ЭМ-140; *10* — контрольная лампа; *11* — клеммы ~ 110 вольт подключения киноустановки и рабочей лампы; *12* — клеммы подключения аккумулятора аварийного освещения; *13* — лампа аварийного освещения

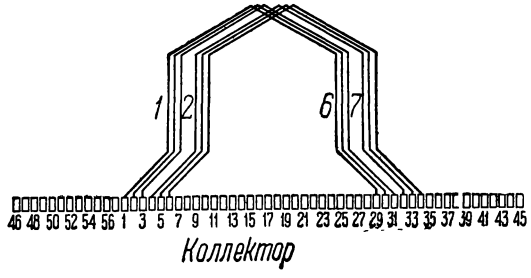


Рис. 167. Схема обмотки постоянного тока якоря генератора ГПК-2

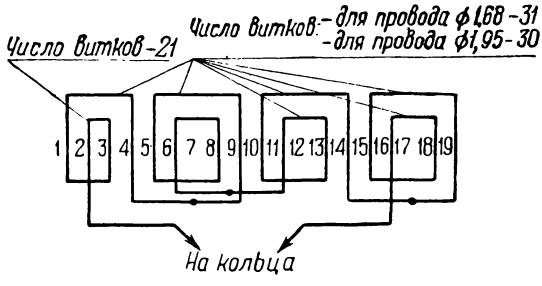


Рис. 168. Схема обмотки переменного тока якоря генератора ГПК-2

Статор четырехполюсный: под углом 90° расположены четыре катушки возбуждения с железными сердечниками (как в АПН-10).

Постоянный ток снимается с коллектора двумя щетками и служит для питания обмотки возбуждения.

Переменный ток для питания звуковой киноустановки снимается с двух колец двумя щетками. От щеткодержателей отводятся провода к клеммной панели генератора. Нормальное положение щеток на коллекторе определяется меткой на траверсе и крышке.

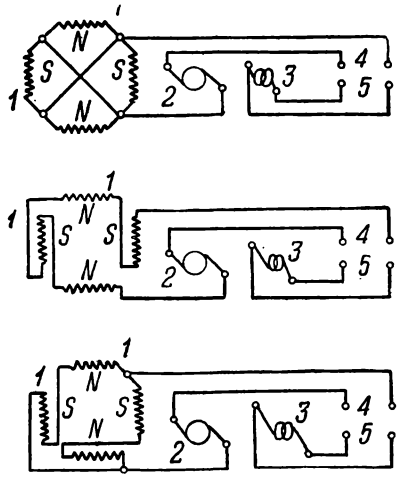


Рис. 169. Схемы соединений катушек возбуждения в генераторе ГПК-2

1 — катушка возбуждения; *2* — коллектор; *3* — контактные кольца переменного тока; *4* — клеммы подключения реостата; *5* — клеммы подключения киноустановки

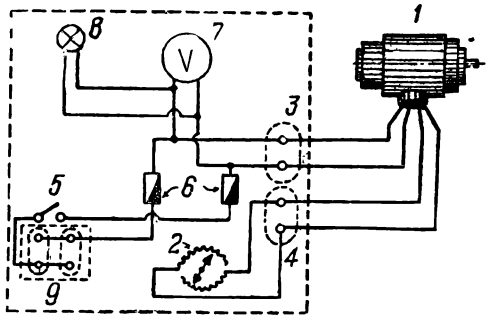


Рис. 170. Схема распределительного щитка ГПК-2

1 — генератор ГПК-2; *2* — реостат Р-100-2; *3* — клеммы подключения электрогенератора ∞ 110 вольт; *4* — клеммы подключения реостата; *5* — выключатель В-1; *6* — предохранители однополюсные 10 ампер; *7* — вольтметр ЭМ-140; *8* — контрольная лампа; *9* — клеммы ∞ 110 вольт для подключения киноустановки

Обмотки возбуждения соединяются между собой параллельно (рис. 169) или последовательно, либо параллельно-последовательно. Схемы соединений каждого генератора указываются заводом.

Схема распределительного щитка ГПК-2 показана на рис. 170.

Преобразователи

В местностях, имеющих электрическую сеть переменного тока напряжением 110—120 вольт и частотой 50 пер/сек., работающую устойчиво, без резких колебаний напряжения и частоты, киноустановка может работать на электроэнергии, получаемой от местной электросети.

Если напряжение местной электросети переменного тока 220 вольт, то для питания киноустановки можно понизить напряжение посредством трансформатора до необходимой величины, т. е. до 110 вольт. В местностях, имеющих электростанции постоянного тока, необходимо преобразовать постоянный ток в переменный, так как киноустановка может работать только на переменном токе.

Для этой цели применяются *одноякорные преобразователи*.

Назначение преобразователя — преобразовать постоянный ток одного напряжения в переменный ток того же или другого напряжения.

В одноякорном преобразователе объединены электродвигатель постоянного тока и генератор, в котором образуется переменный ток. Следовательно, в пазах якоря преобразователя должны быть уложены две обмотки. Через одну обмотку протекает ток от сети постоянного тока; вследствие взаимодействия тока в обмотке с магнитным полем машины, возбуждение которого производится от того же источника тока, якорь преобразователя приходит во вращение. При этом в другой обмотке того же якоря, вращающейся в том же магнитном поле, генерируется переменный ток напряжения, которое необходимо для питания киноустановки. Таким образом первая обмотка является обмоткой электродвигателя, а вторая — обмоткой генератора.

Обмотка электродвигателя присоединяется к коллектору, а обмотка генератора — к контактным кольцам (рис. 171).

Применение преобразователя для питания киноустановки иногда вносит в звуковоспроизведение помехи, вызванные пульсацией выпрямленного тока и искрением щеток.

Для уменьшения помех в цепь иногда вводятся фильтры.

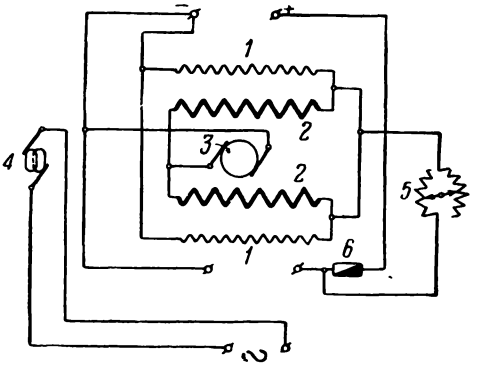


Рис. 171. Схема одноякорного преобразователя постоянного тока в переменный
1 — 2 — обмотка возбуждения; *3* — коллектор; *4* — контактные кольца; *5* — реостат; *6* — предохранитель

Фильтры состоят из конденсаторов и дросселей.

Преобразователи — одноякорные, марки ПДТ-4 и ПСТ-1 (табл. 6), представляют собой двухполюсные машины (подобно генераторам КГ-7 и ГПК-1).

Таблица 6

Электрические данные преобразователей

Наименование	ПДТ-4	ПСТ-1
Напряжение постоянного тока на входе	200—230 *в*	100—120 *в*
Сила тока на входе	2,4—2,6 *а*	5,5 *а*
Напряжение переменного тока на выходе	110 *в*	110 *в*
Сила тока на выходе	3 *а*	2,7 *а*
Число оборотов якоря в минуту	3 000	3 000
Частота периодов в секунду	50	50
Мощность на выходе	300 *вт*	300 *вт*
Габаритные размеры	360×225×235	360×225×235
Общий вес	13 *кг*	13 *кг*

Мощность преобразователей на выходе рассчитана на питание усилителя, электромотора и звуковой лампы кинопроектора.

Проекционная лампа при работе с преобразователем питается от электросети постоянного тока 110 вольт непосредственно.

На рис. 172 показан преобразователь в разрезе. Вал якоря *1* вращается в шарикоподшипниках. По концам якоря с одной стороны насажен коллек-

тор *2*, через который по щеткам подается постоянный ток от сети; с противоположной стороны насажено два контактных кольца *3*, с которых через щетки, укрепленные на литом кронштейне, снимается переменный ток. Щеткодержатели со щетками со стороны постоянного тока укреплены на траверсе *4*, поворотом которого регулируется положение щеток. Доступ к щеткам и коллектору для проверки и ремонта осуществляется через

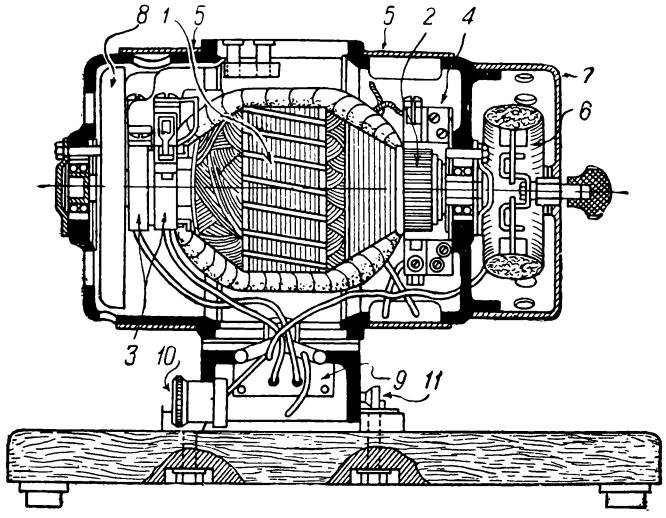


Рис. 172. Преобразователь в разрезе

1 — якорь; *2* — коллектор; *3*—контактные кольца; *4* — траверс; *5* — хомут, закрывающий отверстия в крышке; *6* —реостат, регулирующий число оборотов преобразователя; *7* — крышка; *8* — крыльчатка; *9* — клеммная панель; *10* — предохранители с пробками «Миньон»; *11* — клемма заземления корпуса

специальные отверстия в крышке, закрываемые хомутом *5*; число оборотов якоря и напряжение на выходе преобразователя регулируется реостатом *6*, укрепленным на передней крышке *7*.

Для обмена воздуха внутри преобразователя на валу якоря насажена крыльчатка *8*.

Корпус преобразователя установлен на чугунном литом основании, на котором укреплена клеммная панель *9* и предохранители «Миньон» с пробками *10*.

Во избежание индуктивных наводок в звуковоспроизводящей цепи корпус преобразователя заземляется, для чего предусмотрена специальная клемма *11*.

На рис. 173 приведена схема преобразователя ПСТ-1. Как видно из схемы, особенностью катушек возбуждения является наличие двойной обмотки: тонкой длинной — шунтовой и толстой короткой — так называемой к о м п а у н д.

Шунтовая обмотка, компаунд и обмотка якоря соединены между собой последовательно. Такая система дает возможность поддерживать постоянное напряжение при колебаниях нагрузки.

Для шунтовой обмотки катушек применяется обмоточная медь ПЭО 0,25 *мм*; количество витков в одной катушке 4250.

Обмотка компаунд выполнена из обмоточной меди ПЭО 0,86 *мм*; количество витков в одной катушке 120.

Якорь преобразователя типа ПДТ-4 имеет одну обмотку из обмоточной меди ПШД или ПЭБО 0,55 *мм*; число секций якоря 38; количество витков в секции 28.

Якорь преобразователя ПСТ-1 имеет две самостоятельных обмотки: для постоянного и переменного тока.

Для обмотки постоянного тока применяется обмоточная медь ПШО или ПЭБО ⌀ 0,75 *мм*; число секций 38; количество витков в секции 13.

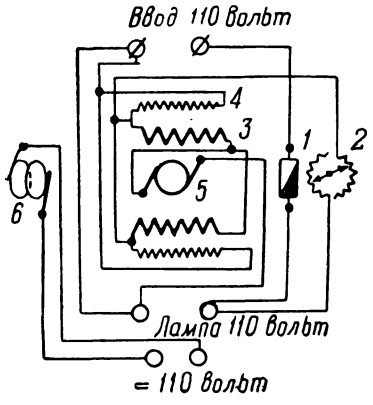


Рис. 173. Схема преобразователя ПСТ-1

1 — предохранитель; *2* — реостат; *3* — толстая и короткая обмотка (компаунд); *4* — тонкая и длинная обмотка (шунтовая); *5* — коллектор; *6* — контактные кольца

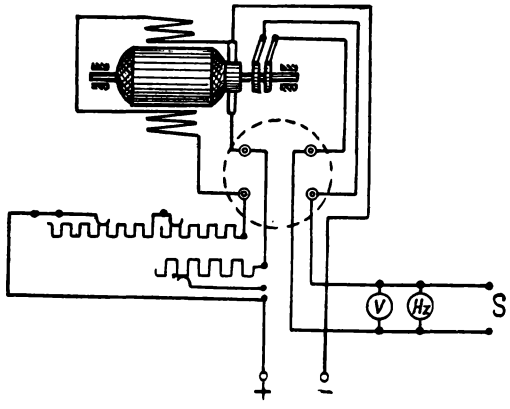


Рис. 174. Схема включения генератора передвижной электростанции АПН-10 в качестве преобразователя постоянного тока 120 вольт в переменный ток 110 вольт

Обмотка переменного тока выполняется из провода ПЭБО 0,85 *мм*; число секций якоря 8; количество витков в секции 20.

После укладки обмотка якоря пропитывается бакелитовым лаком, увеличивающим теплостойкость и электрическую прочность.

Катушки возбуждения пропитываются масляным лаком.

Допустимый перегрев обмотки преобразователя 60° С при максимальной температуре окружающего воздуха 35° С.

Использование генератора в качестве преобразователя

Генераторы передвижных электростанций по конструкции сходны с преобразователями. Поэтому, если преобразователю сообщить вращение от двигателя, он может служить генератором и, наоборот, генератор передвижной электростанции может служить преобразователем.

Чтобы использовать генератор в качестве преобразователя, необходимо обеспечить подачу соответствующего напряжения постоянного тока на катушки возбуждения и обмотку якоря. Так, например, напряжение постоянного тока для возбуждения генератора КГ-7 = 180 вольтам, поэтому при сети постоянного тока 220 вольт можно погасить на реостате 40 вольт и использовать генератор в качестве преобразователя. Преобразование постоянного тока 110 вольт без изменений обмотки возбуждения посредством генератора КГ-7, очевидно, не удастся.

Обмотка возбуждения АПН-10 рассчитана на напряжение 30 вольт и силу тока 3,5—5,3 ампера; чтобы использовать генератор АПН-10 в качестве преобразователя постоянного тока 110 вольт в переменный 120 вольт, требуется погасить излишек напряжения 120—30 = 90 вольт.

Для этой цели необходимо последовательно с имеющимся реостатом, сопротивление которого равно 15 омам, включить добавочное регулируемое сопротивление в 26 ом. Кроме того, нужно погасить в цепи якоря 120—30 = 90 вольт.

Соответственно величина сопротивления будет 15 ом.

С переделанного таким образом генератора можно получить до 1,5—2 ампер переменного тока 120 вольт, достаточного для питания усилителя, электромотора и звуковой лампы без проекционной лампы. Величина переменного тока определяется по температуре перегрева якоря, установившейся после длительной работы. Перегрев не должен превышать 60° С над температурой окружающего воздуха.

Для установления правильного режима работы преобразователя необходимо включить вольтметр переменного тока 140 вольт и частотомер 45—55 герц. На рис. 174 показана схема включения генератора АПН-10 в качестве преобразователя постоянного тока 120 вольт в переменный.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных частей состоит электрическая машина постоянного тока?
2. Из каких частей состоит магнитная система?
3. Как устроен якорь генератора передвижной электростанции киноустановки?
4. Как устроен коллектор и какие требования к нему предъявляются?
5. Какое назначение имеют щетки и каким требованиям они должны удовлетворять?
6. Как влияет на характер переменного тока изменение числа оборотов машины?
7. Каково назначение и как включен шунтовой реостат?
8. Как устроен преобразователь?

Глава 13

ЭЛЕКТРОМОНТАЖ

Основная электрическая арматура

Чтобы превратить электрическую энергию в другие виды энергии — тепловую или механическую, — необходимо подвести электрический ток к токоприемникам-аппаратам, приборам и т. п.

Основной прибор в осветительной установке — электрическая лампа накаливания. Подведенная к лампе электроэнергия превращается сначала в тепловую — раскаленная нить; тепловая энергия раскаленной нити дает лучистую — световую энергию. Электроэнергия подводится непосредственно к приборам-патронам, в которые вставляются лампы.

На рис. 175, 176 приведены патроны с нормальной резьбой (Эдисона). Патроны с нормальной резьбой применяются для осветительных ламп

мощностью до 300 ватт включительно. Для ламп выше этой мощности применяются патроны с большой резьбой (рис. 177) Голиаф. Патроны с резьбой Миньон применяются для небольших пальцевых и шарообразных ламп, имеющих соответствующий цоколь.

В передвижных киноустановках типа «Гекорд» применяется звуковая лампа типа К-3 с цоколем Эдисон-Миньон (с малой резьбой) Е-14.

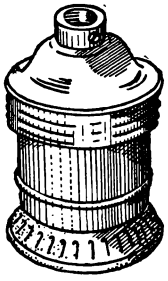


Рис. 175. Патрон с нормальной резьбой Эдисон

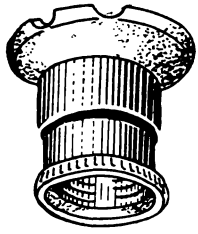


Рис. 176. Патрон потолочный

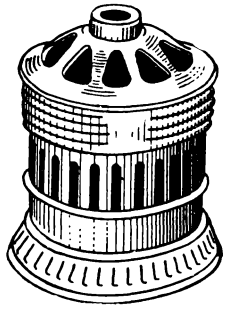


Рис. 177. Патрон с резьбой Голиаф

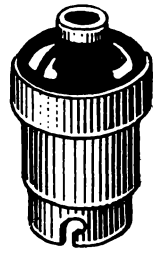


Рис. 178. Патрон типа Сван

В аппаратах 16-ЗП для рабочего освещения применяется лампа «Пилот» также с цоколем Эдисон-Миньон.

Патроны типа Сван (рис. 178) не имеют нарезки; на образующей поверхности цоколя лампы имеются два стерженька, которые входят в шлицы корпуса патрона, посредством которых лампа фиксируется в определенном положении и в дне патрона прижимает пружинные контакты, соответствующие контактам выхода лампы в основании цоколя (2С-22, 2С-15).

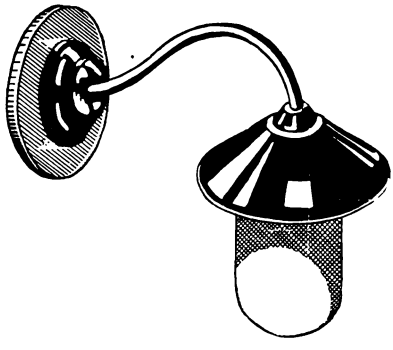


Рис. 179. Осветительная арматура настенная (бра)

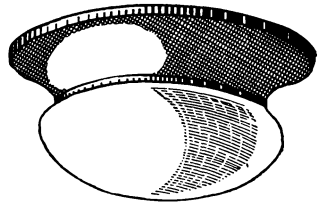


Рис. 180. Осветительная арматура потолочная (плафон)

Патрон нормальный Сван применяется для проекционной лампы проектора типа «Гекорд» К-25. Патрон Сван-Миньон применяется для звуковой лампы 16-ЗП.

Для проекционной лампы 16-ЗП применяется специальный патрон, соответствующий цоколю лампы со специальным фланцем-фиксатором.

Отличительной особенностью патронов типа Сван является способ крепления и наличие пружинных контактов, препятствующих выпадению ламп при сотрясениях.

Для придания желаемого направления световому потоку ламп накаливания общего освещения применяются различного рода рефлекторы, абажуры, отражатели, закрепляемые держателями, скрепленными с патронами посредством ниппелей. Для направленного освещения применяются прожекторы.

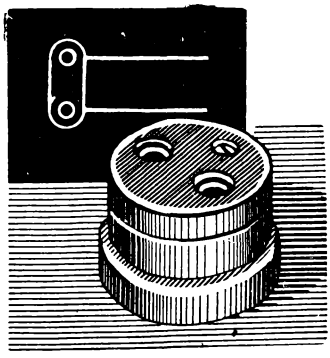


Рис. 181. Штепсельная розетка и ее условное обозначение

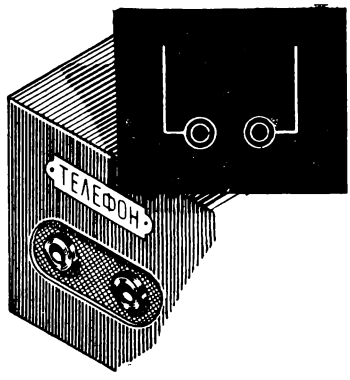


Рис. 182. Штепсельные гнезда для включения головного телефона и условное обозначение

Для общего освещения помещений применяется разная электрическая арматура: бра (рис. 179), плафоны (рис. 180), люстры и т. п.

Сочетание патрона с лампой и рефлектором называют светильником.

Подвижные токоприемники — светильники, аппараты, приборы и т. п. согласно электротехническим правилам присоединяются к сети (электропроводке) посредством неподвижно установленного контактного прибора — штепсельной розетки (рис. 181, 182).

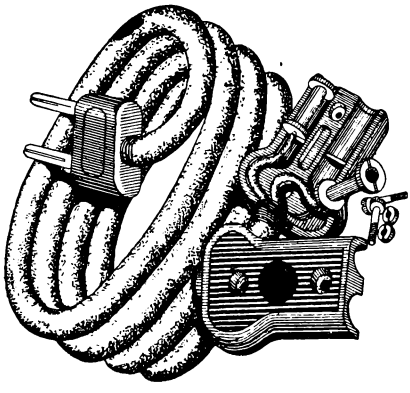


Рис. 183. Электропровод для подключения подвижного токоприемника

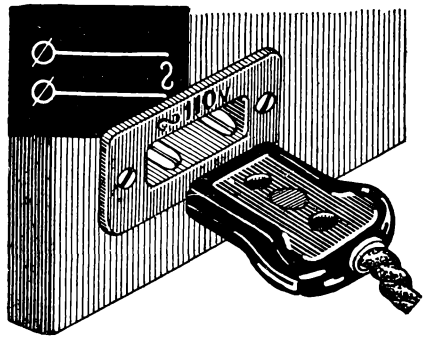


Рис. 184. Включение колодки в подвижной токоприемник и условное обозначение

Штепсельная розетка укрепляется неподвижно и присоединяется к электросети, а подвижный переносный прибор приключается к сети через штепсельную розетку посредством штепсельной вилки или колодки, включаемой через штырьки к прибору (рис. 183, 184).

Штепсельные розетки иногда снабжаются предохранителями, так как вероятность нарушения изоляции в подвижном проводе особенно велика, следовательно, возможно короткое замыкание.

В случае отсутствия штепсельной розетки для подключения подвижного токоприемника можно использовать штепсельную колодку (рис. 185), ввинчиваемую в патрон.

Для выключения токоприемников небольшой мощности и связанного с этим разрыва тока электрической цепи до 10—15 ампер применяются

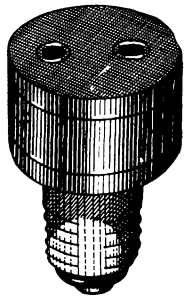


Рис. 185. Штепсельная колодка для подключения подвижного токоприемника через патрон

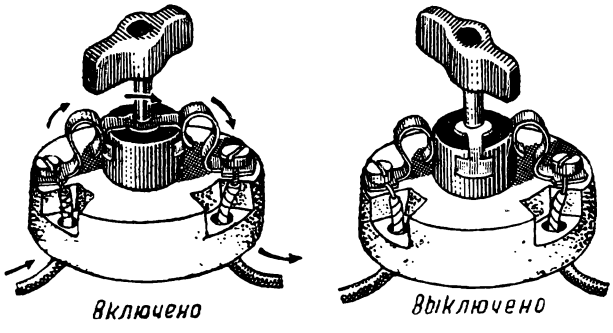


Рис. 186. Однополюсный барабанный выключатель (стрелками показано прохождение тока)

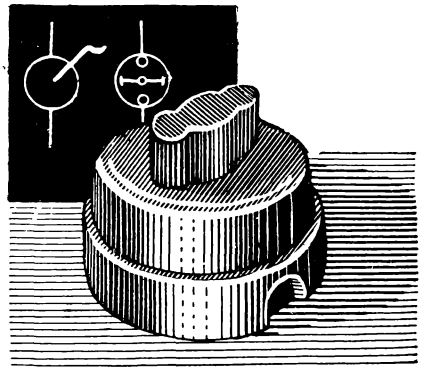


Рис. 187. Барабанный выключатель и его условные обозначения

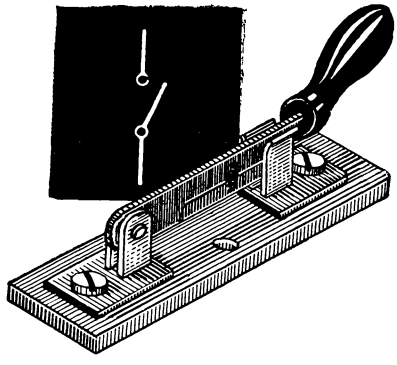


Рис. 188. Однополюсный рубильник и его условное обозначение

барабанные (поворотные) выключатели и переключатели (рис. 186, 187).

Для разрыва цепи, по которой протекают токи больше 10—15 ампер, применяются рубящие выключатели и переключатели — рубильники (рис. 188, 189, 190).

При коротком замыкании в цепи величина тока, протекающего по проводам, может увеличиться настолько, что превысит допустимую величину для данного сечения провода, и провод может нагреться до температуры, опасной для его изолирующей оболочки; в некоторых случаях вследствие чрезмерного нагрева провод может даже расплавиться.

В целях предотвращения разрушения электросети и токоприемников от короткого замыкания и предупреждения возникновения пожара в цепь, по которой течет ток, включается предохранитель, разрывающий цепь, когда по ней проходит ток, превышающий допустимую величину.

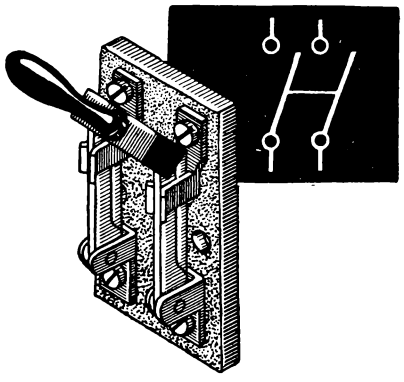


Рис. 189. Двухполюсный рубильник и его условное обозначение

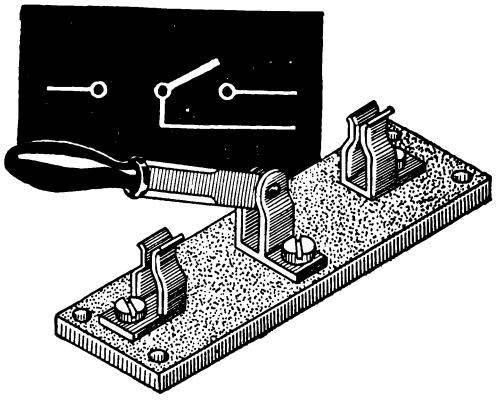


Рис. 190. Однополюсный перекидной рубильник-переключатель и его условное обозначение

Предохранители состоят из двух основных частей: постоянной — корпуса и сменной, плавкой части — пробки, вставки и т. п. (рис. 191).

На рис. 192 показана схема прохождения тока через однополюсный пробочный предохранитель.

Основными токоприемниками киноустановки являются: кинопроектор с электродвигателем, проекционной, звуковой и рабочей лампами; усилительное устройство и освещение зрительного зала и контрольная лампа.

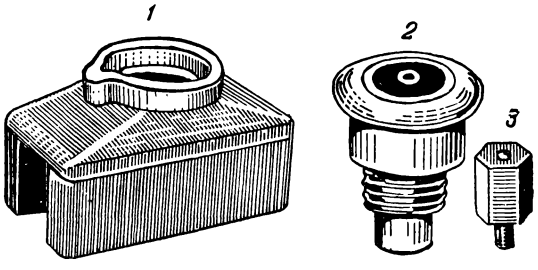


Рис. 191. Предохранитель пробочный закрытый

1 — корпус; *2* — пробка; *3* — контактный винт

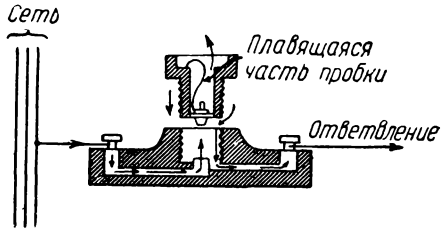


Рис. 192. Схема прохождения тока через однополюсный пробочный предохранитель

От генератора передвижной электростанции ток подается на распределительный щиток, на котором установлены вольтметр, предохранители и гнезда или клеммы для включения провода, отводящего ток к приемникам электрической энергии. Иногда на щитках устанавливаются рубящие выключатели (рубильники), амперметры и частотомеры.

Такой щиток называется силовым щитком в отличие от группового осветительного щитка, устанавливаемого в сети освещения, постоянно питающейся от местной электросети.

Проводники электрического тока

Каждый токоприемник (машина, аппарат или прибор) состоит из двух основных видов материалов: проводящих и не проводящих электрический ток. Первые предназначены пропускать электрический ток, вторые — изолировать токопроводящие части проводников машин, аппаратов и приборов от корпуса (земли) и друг от друга.

Наиболее распространенными в электротехнике проводниками являются медь, латунь и алюминий.

Медь обладает большой вязкостью, поэтому легко вытягивается в тонкую проволоку. В электротехнике применяется чистая медь, очищаемая путем электролиза. Изолированные провода изготовляются из отожженной меди, так как они легче изгибаются и не пружинят. Медь обладает большой проводимостью, прочностью, хорошо паяется, а поэтому считается наилучшим материалом для проводов.

Латунь представляет собой сплав меди с цинком. Применяется в электротехнике для изготовления контактных трущихся частей в различных приборах при малых величинах токов. Из латуни изготовляются цоколи ламп накаливания, металлические части патронов, части выключателей, предохранителей, рубильников, т. е. такие детали, от которых одновременно требуется хорошая проводимость и достаточная твердость металла. Проводимость латуни в три-четыре раза меньше проводимости меди; поэтому латунь применяется только как вспомогательный проводящий материал.

Алюминий обладает проводимостью в 1,6 раза меньше меди. По весу алюминий в 3,5 раза легче меди. Прочность алюминия в два раза меньше меди. Алюминий трудно поддается пайке, так как на воздухе его поверхность быстро окисляется. Несмотря на ряд недостатков, алюминий применяется в производстве изолированных и особенно голых проводов вследствие его легкости и более низкой стоимости по сравнению с медью.

Железо для производства изолированных проводов не применяется. По сравнению с медью проводимость железа в шесть раз меньше при постоянном токе, а при переменном примерно в пятнадцать раз. Так как величина тока, используемого киноустановкой, невелика (5—6 ампер при напряжении 110 вольт и вдвое меньше при 220 вольтах), в некоторых случаях, за отсутствием лучших, железные провода могут быть использованы для воздушной подвески между линией электропередачи или между местной электростанцией и киноустановкой. Железный провод может быть также использован для прокладки линии заземления.

Непроводники и изоляционные материалы

От изоляционного материала требуется, чтобы он долгое время выдерживал электрическое напряжение без нарушения изоляционных свойств. Наиболее часто встречающиеся на простейших электрических установках изоляционные материалы: фарфор, резина, мрамор, гетинакс, прессшпан, слюда.

Фарфор — очень хороший и наиболее дешевый изолирующий материал. Из фарфора изготовляются изоляторы, ролики, втулки, воронки, детали патронов, выключателей и предохранителей. В усилительных устройствах получили применение фарфоровые панельки радиоламп. Благодаря высоким качествам фарфора как изолятора он получил в электротехнике самое широкое распространение.

Резина применяется главным образом для изоляции проводов. Эбонитовые трубки, изготовленные из материала, являющегося разновидностью резины, применяются в качестве дополнительной изоляции главным образом при прокладке через стены, междуэтажные перекрытия и в стенах под штукатуркой (скрытая проводка).

Мрамор обладает низкими изоляционными свойствами и применяется для сборки стационарных распределительных щитов, на которых монтируются предохранители, выключатели или рубильники, электроизмерительные приборы и т. п.

Гетинакс представляет собой сложенную в несколько слоев бумагу, покрытую бакелитовым лаком и спрессованную под большим давлением и при высокой температуре. Гетинакс используется на осветительных и силовых монтажах в качестве оснований для сборки зажимов (клемм), изготовления изолирующих подкладок и прокладок.

Прессшпан — глянцевитый плотный картон. В виду гигроскопичности (свойство впитывать влагу) применяется в качестве изолирующих прокладок после пропитки изоляционными лаками.

Слюда применяется в качестве изолятора в местах, подверженных нагреву (в электронагревательных приборах), и в коллекторах электрогенераторов.

Слюда — ископаемый минерал, добываемый в виде легко расщепляемых кристаллов толщиной до 0,01 *мм*. Для получения слюдяных пластин большой толщины и площади мелкие слюдяные пластинки склеиваются лаком и спрессовываются в горячем виде; склеенная таким образом слюда называется м и к а н и т о м.

Лаки изоляционные применяются в электротехнике для пропитки, склейки и покрытия изоляционных материалов. Лак, заполняя поры изоляционных материалов, повышает их изоляционные свойства и предохраняет от влаги.

Шеллак— смола желто-бурого цвета в виде блестящих чешуек и листиков. Растворяется в спирте и применяется в качестве изоляционного лака для пропитки и покрытия электрических обмоток.

Бакелит — смолообразное прозрачное желтовато-коричневое вещество (разол), растворяющееся в этиловом, бутиловом и амиловом спиртах, эфире, ацетоне и т. д. Бакелитовый лак применяется в качестве покрытия и клея при изготовлении и ремонте электромоторов, генераторов, усилительных устройств и громкоговорителей.

Карболит по своему составу сходен с бакелитом, но несколько иначе химически обработан. Находит большое применение при изготовлении штампованных и литых изолирующих деталей (оснований и крышек выключателей, штепсельных колодок, вилок, цоколей радиоламп, цоколей фотоэлементов и т. п.).

Изоляционные полотна и ленты применяются в электротехнике как непропитанные, так и пропитанные лаками (лакоткань, называемая в обиходе эксцельсиором и кембриком). В монтажной практике применяются также ленты, пропитанные липким резиновым составом. Вместо прорезиненной изоляционной ленты выпускается также лента, пропитанная специальным составом, состоящим в основном из асфальта и смолы. При ремонте обмоток электрических машин применяются хлопчатобумажная киперная и тафтяная ленты. Всякие липкие изоляционные ленты в электрических машинах применяться не должны.

Вспомогательные материалы

К числу вспомогательных материалов, необходимых на монтаже, следует отнести гипс и алебастр, используемые для вмазки проволочных спиралей и деревянных пробок в кирпичные стены, заделки втулок, воронок, каналов и т. п. Гипс и алебастр представляют собой белый порошок, который в смеси с водой быстро затвердевает. Хранить гипс и алебастр следует в сухом месте ввиду их гигроскопичности (впитав влагу, они теряют свойства затвердевать в смеси с водой). При разведении раствора алебастр или гипс нужно добавлять в воду, а не наоборот. Для замедления схватывания (затвердевания) гипса или алебастра в воду можно добавлять буру или поваренную (столовую) соль.

Вместо гипса или алебастра можно применять цемент. Цемент используется не в чистом виде, а в смеси с песком, гравием, толченым камнем или другими заполнителями, в пропорции — одна часть (по объему) цемента, две части песка и три части мелкотолченого камня. Затвердевание цемента происходит не ранее трех дней; поэтому до истечения этого срока не следует нагружать вмазанные детали.

Электрические провода

В изолированных проводах следует различать два основных элемента: токоведущую жилу и изолирующие оболочки.

Для подведения тока к токоприемникам, потребляющим ток различной величины, применяются провода разных сечений.

Провода бывают одножильные и многожильные, т. е. такие, у которых для протекания тока имеются один или несколько путей, изолированных один от другого. Одножильные и многожильные провода изготовляются однопроволочными и многопроволочными, т. е. каждая жила состоит из одной или нескольких проволок. Таким образом имеются провода: одножильные-однопроволочные, одножильные-многопроволочные и многожильные с одной или многопроволочными жилами.

Сечения электрических проводов измеряются в квадратных миллиметрах. Чтобы определить сечение токоведущей жилы, состоящей из одной проволоки, измеряют микрометром ее диаметр, а затем эту величину умножают самое на себя (возводят в квадрат) и умножают на постоянное число 0,785. Формулой это можно выразить так:

$$q = 0{,}785 \cdot d^2,$$

где q — сечение провода в $мм^2$;

d^2 — величина диаметра (в $мм$), умноженная сама на себя.

Например, провод с диаметром $d = 3$ $мм$ будет иметь сечение $q = 0{,}785 \cdot 3^2 = 0{,}785 \cdot 3 \cdot 3 = 7{,}065$ $мм^2$.

Сечение токоведущей жилы, состоящей из многих проволок, определяется суммой сечений всех проводов.

Изолированные провода выпускаются определенных стандартных сечений. Сечение провода подбирается по силе тока, который протекает в нем; наибольшая допустимая продолжительная величина тока для изолированных проводов с медной жилой показана в табл. 7.

Изолированные повода изготовляются как для неподвижной прокладки, так и для присоединения подвижных токоприемников к сети. Провода

Таблица 7

Подбор сечений проводов по силе тока

Сечение провода (в *мм*²)	Продолжительная работа	Номинальный ток соответствующих плавких предохранителей (в амперах)	Повторно-кратковременная работа
	Наибольший допустимый ток при окружающей температуре не выше 30° и превышении температуры провода на 20° (в амперах)		Наибольший допустимый ток (в амперах)
0,75	9	6	9
1,0	11	6	11
1,5	14	10	14
2,5	20	15	20
4,0	25	20	25
6,0	31	25	31
10,0	43	35	60

для неподвижной прокладки изготовляются из толстых проволок; провода для подвижных прокладок изготовляются из большого количества тонких проволок, придающих проводу наибольшую гибкость.

Чаще всего для проводок применяются провода с изоляцией из вулканизированной резины, на что в их марке указывает буква Р.

Остановимся на некоторых марках изолированных проводов, встречающихся в простейших электрических установках (рис. 193).

Провод ПРД — провод с двойной резиновой изоляцией (рис. 193, *а*). От сходного шнура марки ШР (шнура с резиновой изоляцией) провод ПРД отличается только тем, что имеет более толстые проволоки в жиле, а поэтому менее гибок, чем шнур. При сечении до 1,5 *мм*² имеет 7 проволок в каждой жиле и предназначается для неподвижной прокладки. Изготовляется двужильным на напряжение не свыше 220 вольт следующих сечений в *мм*²: 0,75; 1,5; 2,5; 4,0 и т. д. Выпускается с завода в кругах (буфтах) длиной 100 *м*.

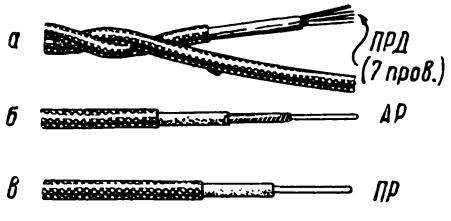


Рис. 193. Электрические изолированные провода

а — провод двухжильный ПРД с двойной резиновой изоляцией; *б* — одинарный провод АР с двойной резиновой изоляцией; *в* — провод ПР с резиновой изоляцией

Шнур ШР — шнур с резиновой изоляцией, двужильный. Может применяться, как и ПРД, для неподвижной прокладки, а также в тех случаях, когда от провода требуется большая гибкость для подключения передвижных электрических устройств. Широкое применение имеет на киноустановках. Изготовляется разных сечений от 0,75 до 6 *мм*². В условиях звуковой кинопередвижки наиболее подходящими сечениями являются: 1,0—1,5 *мм*².

Провод АР—одинарный и АРД—двойной с резиновой изоляцией (рис. 193, *б*), применяется для зарядки электрической арматуры; обычно его сечение — 0,75 *мм*².

Провод ПР с медной токопроводящей жилой с резиновой изоляцией (рис. 193, *в*), применяется для неподвижной прокладки на изолирующих опорах (роликах и изоляторах) или в эбонитовых трубках под штукатуркой. Изготовляется на напряжения 380 и 500 *в*. Выпускается сечением (в *мм*²): 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 и т. д.

Провод ПРГ — провод с резиновой изоляцией, гибкий; отличается от провода марки ПР только тем, что имеет медную токопроводящую жилу из менее толстых проволок.

Провод марки СРГ имеет одинарную, двойную или тройную медную жилу разных сечений. Обозначается так: СРГ $1\times1{,}5$; СРГ $2\times1{,}5$ или СРГ $3\times1{,}5$. Медная жила покрыта двойным слоем вулканизированной резины, слоем хлопчатобумажной или джутовой пряжи, пропитанной изолирующим составом. Наружная оболочка провода — свинцовая. Применяется для наружной прокладки и крепится проволочными скобками.

СРГ — наилучший провод для монтажа, так как обеспечивает достаточную надежность и весьма прост в монтаже; однако стоимость этого провода сравнительно с другими марками наиболее высокая.

Монтаж электросети

Провода и шнуры прокладываются на изолирующих опорах — роликах или изоляторах. Изолированные провода прокладываются на изолирующих опорах, потому что с течением времени изоляция провода (резина) начинает стареть и давать утечку тока через стены в землю.

При проходе через стены и междуэтажные перекрытия изолированные провода прокладывают обязательно в эбонитовых трубках. Концы эбонитовых трубок заключаются в фарфоровые втулки и воронки (рис. 194) для предохранения от разрушения об острые края сквозняков.

Провода марок ПР и АПР крепятся к роликам посредством вязки из оцинкованной проволоки диаметром 0,7—1 *мм*.

Шнур ШР и провод ПРД привязываются к роликам белой тесьмой, шнурком или шпагатом; можно также для этой цели применять оплетку (чулок), снятую с провода или шнура в тех случаях, когда остаются небольшие концы.

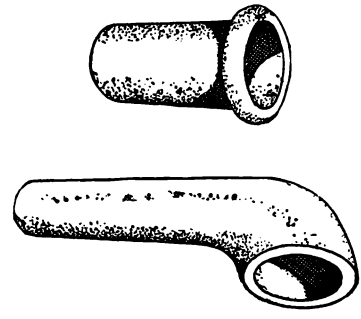


Рис. 194. Фарфоровая втулка и воронка

Установка роликов. На деревянных стенах ролики укрепляются винтами (шурупами) по дереву. Для этого в дереве крепких пород шилом или сверлом делают дыры, диаметр которых примерно равен внутреннему диаметру нарезки винта. Ролик привинчивается винтом с таким нажимом шляпки винта, чтобы ролик не треснул, но и не вертелся вокруг винта.

Концевые и угловые ролики укрепляются винтами номером больше, имея в виду, что они выдерживают значительно бóльшую нагрузку, чем промежуточные. Под шляпки винтов на концевых и угловых роликах подкладывают шайбы из картона, предохраняющие ролики от раскалывания.

К каменным стенам ролики крепятся теми же винтами (шурупами), но для ввертывания винта в стену вмазывается спираль из железной оцинкованной вязальной проволоки. Спираль делается в два ряда (рис. 195), из которых первый ряд (нижний) проволоки ведется по винтовым впадинам шурупа, а второй (верхний) — в обратном направлении на 0,8 длины нарезки; винт легко проходит по спирали, которая надевается на него до отказа. Для прикрепления ролика к каменной стене выдалбливают гнездо маленьким шлямбуром (трубой с зазубринами на конце) на глубину, соот-

ветствующую размерам винта, с таким расчетом, чтобы гнездо было на 2—3 *мм* больше верхнего диаметра спирали и длиннее на 3—5 *мм* свободной части винта при насаженном ролике (см. рис. 195), что составит примерно 20—40 *мм* для мелких роликов, несколько больше—для крупных.

После этого растворяют в воде алебастр до полужидкого состояния небольшими порциями, с таким расчетом, чтобы в течение около трех минут

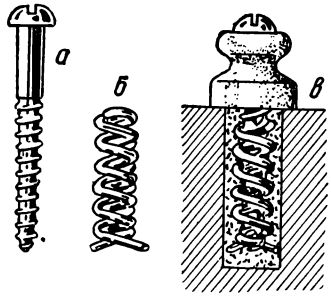


Рис. 195. Укрепление ролика в каменной стене при помощи проволочной спирали

а—шуруп; *б*—спираль; *в* — вмазка спирали гипсом или алебастром

он был использован полностью для заранее заготовленных гнезд, так как по истечении трех минут алебастр затвердевает и становится негодным для употребления.

Предварительно гнездо очищается от пыли, увлажняется и быстро заполняется алебастром, после чего до отказа вставляется винт с надетой спиралью; выдавленная часть алебастра подбирается заподлицо со стеной. Через несколько минут алебастр в гнездах затвердевает, после чего можно вывинчивать винты, надевать на них ролики и привинчивать к стене.

Таким же образом производится работа с гипсом, который представляет собой тот же алебастр, но более высокого качества, затвердевает быстрее и держит крепче.

Если под руками нет ни гипса, ни алебастра, можно употреблять раствор цемента в пропорции одна часть (по объему) цемента, две части песка

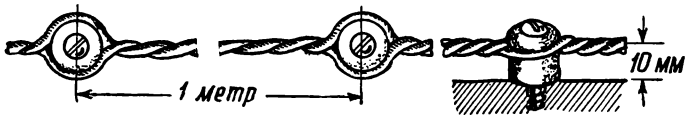


Рис. 196. Для шнуровой проводки требуется соблюдение расстояний от стены не менее 10 *мм* и между роликами не более 1 *м*

и три части мелкорастолченного камня. Затвердевание цемента происходит не ранее трех дней, поэтому натяжка проводов не может производиться ранее этого срока.

Прикреплять ролики шурупами по каменным стенам на деревянных пробках не рекомендуется, так как с течением времени дерево усыхает и ролики вываливаются из стен.

Прокладка шнуров и проводов на роликах. В сухих отапливаемых помещениях при напряжении до 220 *в* допускается применение шнуровой неподвижной проводки: шнуров марки ШР с изоляцией из вулканизированной резины и провод марки ПРД.

Приступая к устройству шнуровой проводки, сначала устанавливают ролики.

Для шнуровой проводки требуется соблюдение расстояний от стен не менее 10 *мм* и величины пролета между роликами не более 1 *м* (рис. 196).

Шнуры прокладываются по стенам под потолком, где они меньше подвержены механическим повреждениям. Если шнуры расположены на такой высоте, что могут быть с полу доставаемы рукой (ниже 2—2,5 *м*), то для защиты следует укладывать шнуры в изоляционные трубки.

При прокладке нескольких параллельно идущих шнуровых линий расстояние между роликами отдельных линий должно быть не менее 30 *мм*. На практике делают следующие расстояния между роликами: для шнура сечением до 2,5 *мм*^{2} — 30 *мм*, для шнура сечением до 6 *мм*^{2} — 40—50 *мм*. Расстояние между угловыми роликами определяется умножением расстояний по горизонталям на 1,4; например, для расстояний 30 *мм* на углах будет $30 \cdot 1{,}4 = 42$ *мм*, для 40 — 56 *мм*.

Подбор установочных материалов. Ролики принято употреблять: Р-25— для сечений проводов до 2,5 *мм*^{2} и Р-32 — для сечений проводов 4—6 *мм*^{2}; винты для них соответственно — по дереву — 34 — 45 *мм* и 50—60 *мм*; по оштукатуренному дереву — 60—70 *мм* и 70—85 *мм*. По кирпичу и бетону — 50 и 60—70 *мм*. Втулки для шнуров до 2,5 *мм*^{2} — ВН-10 и ВН-11; для 4—6 *мм*^{2} — ВН-16. Воронки В-16 и В-35. Трубки эбонитовые и втулки для них с внутренним диаметром по 9, 11 и 13,5 *мм*.

Винты для крепления розеток: по дереву длиной — 30 *мм*; по кирпичу — 35 *мм*; по оштукатуренному дереву — 30—60 *мм*.

Крепление шнуров. Начальный или конечный ролик укрепляется на стене, затем к нему наглухо привязывается конец шнура, подлежащий прокладке.

Если прокладку шнура ведут два человека, то один натягивает шнур до ближайшего угла или поворота и держит его в натянутом состоянии, а другой надевает шнур на ролики, прикрепляя его к каждому пятому ролику шпагатом.

Так же привязывается шнур к угловому ролику. Привязка шнура к конечным угловым, карнизным и тому подобным роликам делается так, как показано на рис. 197.

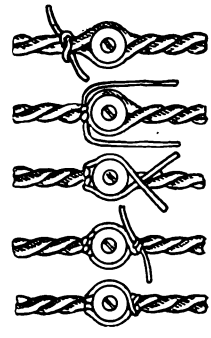


Рис. 197. Привязка шнура к ролику

Запрещается закреплять шнур металлической проволокой, так как при этом легко повредить изоляцию и сделать короткое замыкание между отдельными жилами шнура. Металлическая вязка не допускается, даже если шнур обвернут изолировочной лентой.

Если прокладку шнура в небольших помещениях производит один человек, то он поступает так: накладывает шнур на ролики; у ближайшего поворота или угла натягивает шнур от руки, надевает на ролик, скручивает несколько раз за роликом и привязывает шнур шпагатом; затем закладывает шнур на ролики, привязав его к каждому пятому ролику шпагатом.

Соединение шнуров. Соединение шнуров и ответвлений производится посредством пайки.

Соединения жил делаются с таким расчетом, чтобы их очищенные от изоляции концы приходились один под другим, с разных сторон ролика (рис. 198).

Делается это для того, чтобы шнур в местах соединений не очень утолщался и чтобы на случай неудовлетворительной заделки пайки изолировочной лентой не произошло бы короткого замыкания между жилами.

На рис. 198 приведено соединение жил наискось вне ролика. На рис. 199 дан пример параллельного ответвления шнура к лампе или к штепселю с условным обозначением параллельного ответвления.

На рис. 200 показан последовательный отвод к выключателю.

Очищая жилы от изоляции для скрутки в пайки, необходимо не вырезать верхний слой бумажной оплетки шнура, а прорезать и сдвигать в сторону с тем, чтобы после соединения и пайки оплетка надвигалась обратно на место соединения и дополнительно изолировалась лентой.

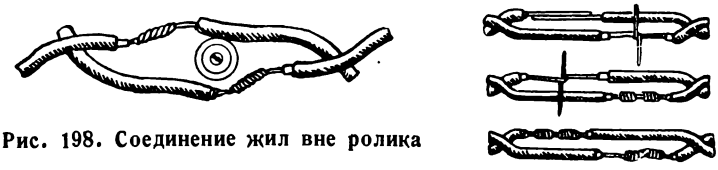


Рис. 198. Соединение жил вне ролика

Места соединений медных проводов обязательно пропаиваются. Провода сечением до 2,5 *мм*^{2} можно пропаивать тинолью — измельченным третником (сплав: 30% олова и 70% свинца), смешанным с канифолью, маслом и другими веществами, не содержашими кислот.

Применение кислот для пайки электрических проводов не допускается, так как место соединения проводов, пропаянное с применением кислот, может разрушаться (разъедаться) остатками кислоты.

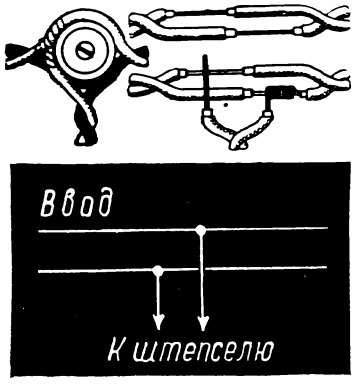


Рис. 199. Параллельное ответвление и его условное обозначение

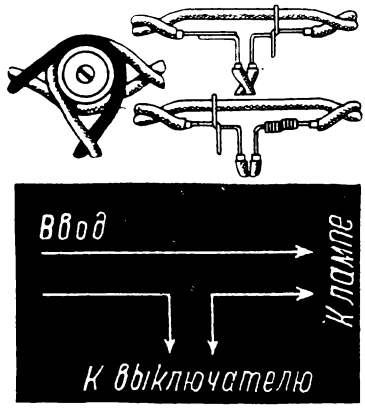


Рис. 200. Отвод к выключателю (последовательно)

Очень часто тиноль высыхает и становится твердой, вследствие чего работать с ней трудно, ее не удается наложить на спаиваемую поверхность, особенно при спайке однопроволочных проводов. В этом случае в тиноль нужно подбавить глицерин и размешать высохшую массу до тестообразного состояния.

Тиноль накладывается тонким слоем по всему месту пайки; место пайки слегка прогревается паяльником или пламенем свечи так, чтобы не перегреть тиноль, иначе она может сгореть и загрязнить место пайки. Спайка считается выполненной удовлетворительно, если расплавленная тиноль насквозь залудит место спайки, которая должна при этом иметь ровный блеск.

Медные провода за неимением тиноли можно паять третником и канифолью посредством паяльника или же погружением пропаиваемого места провода в котелок с расплавленным припоем.

Места соединений шнуров и ответвлений должны быть изолированы так же надежно, как и самые провода, не менее чем двумя слоями прорезиненной ленты. Соединения проводов в местах ответвлений не должны

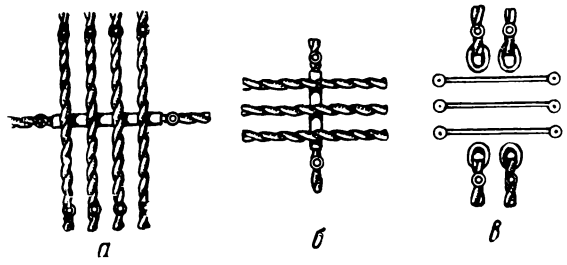


Рис. 201. Пересечения электрических шнуров:
а—пересечение горизонтально проложенного шнура; *б* — пересечение вертикально проложенного шнура; *в* — пересечение шнуров, уложенных в борозде

подвергаться механическим усилиям; поэтому они должны приходиться в местах расположения роликов, а не в пролетах между ними.

Шнуры присоединяются к приборам (патронам, выключателям и др.) без наконечников, для чего концы нужно заделать в виде петель, которые обязательно залуживаются. Петли делаются по диаметру зажимных винтов. Если винты у прибора короткие, то до половины числа проволочек в жиле на длине петли может быть вырезано.

Зачистку жил при сращиваниях, ответвлениях и концевых заделках следует делать на возможно коротком расстоянии, а чтобы оплетка не сползала, конец ее обвязать шпагатом или ниткой.

Пересечения. При пересечениях на горизонтально проложенные шнуры надеваются изоляционные трубки, которые с обеих сторон прикрепляются изолировочной лентой, чтобы предупредить передвижение трубки в сторону (рис. 201,*а*). Надевать трубки на вертикально проложенные шнуры не рекомендуется, так как они легко могут сползти вниз. Целесообразнее всего с обеих сторон трубки ставить ролики, в которые она будет упираться и оставаться в неподвижном состоянии (рис. 201,*б*).

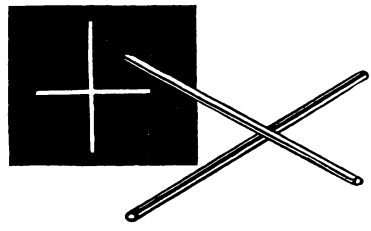


Рис. 202. Условное обозначение пересечения проводов

На рис. 201,*а* показано горизонтальное пересечение шнура в эбонитовой трубке с четырьмя поверх идущими вертикальными шнурами; с обеих сторон трубки стоят ролики, препятствующие ее передвижению. На рис. 201,*в* показан способ перекрещивания шнуров в трубках с воронками на концах, уложенных в борозде, пробитой в стене под горизонтально идущими шнуровыми проводами. Прокладывать в бороздах шнур рекомендуется и в случаях пересечения металлических трубопроводов; при этом шнур проходит по трубке борозды без натяжений, свободно.

На рис. 202 дано условное обозначение в схемах и чертежах пересечений проводов, изолированных друг от друга.

На рис. 203 показана заделка конца трубки с воронкой, выступающей из борозды на 3—5 *мм* поверх стены.

Монтаж изолированных проводов. Монтаж изолированных проводов начинается с разметки мест установки токоприемников, к которым требуется подвести провода; после этого размечается прокладка проводов по стенам, потолку и полу.

Изолированные провода, как указано выше, прокладываются по стенам ближе к потолку.

Проход проводов через стены (сквозняки) и междуэтажные перекрытия намечается по линии прокладки проводов так, чтобы они служили естественным продолжением линии проводки. При этом отверстия проходов должны лежать по возможности в одной плоскости с проводами, чтобы последние не приходилось изгибать при входе в проход.

При проходах через деревянные стены для каждого провода просверливается отдельное отверстие. В кирпичных стенах и междуэтажных перекрытиях пробивается одно или несколько отверстий, которые затем соединяются, чтобы получить достаточно широкое отверстие для прохода всех проводов.

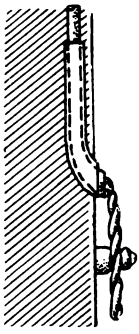


Рис. 203. Конец эбонитовой трубки с воронкой у выхода шнура из борозды

При проходах шнуров сквозь стены ближайший к втулке ролик рекомендуется ставить на расстоянии 50 *мм*; шнур должен свободно, без натяжения проходить через сквозное отверстие в эбонитовой трубке, на концах которой ставятся фарфоровые втулки.

Проход шнуром через полы и потолки следует делать одиночными проводами; для этого проводник ПР или шнур ШР расплетается и через сквозное отверстие пропускается каждый провод в отдельной трубке.

При переходе из помещения, где проложен шнур, в помещение, где должен быть проложен одиночный проводник, присоединение концов проводника делается в помещении, где проложен шнур, а не наоборот, чтобы сквозь стену в каждой изоляционной трубке прокладывать по одному проводу.

Соединение и оконцевание изолированных проводов. Соединения и ответвления проводов выполняются скруткой. Соединения и ответвления скруткой однопроволочных и многопроволочных проводов должны иметь по длине от 8 до 10 наружных диаметров соединяемых проводов.

Для присоединения к токоприемнику необходимо снять с конца однопроволочного провода оплетку и резиновый слой, очистить до блеска контактное место, а затем (в зависимости от конструкции зажима) ввести оголенную жилу провода в зажим или выгнуть из провода кольцо и подвести его под контактный винт или болт. Подмотка лентой конца провода, очищенного от изоляции, не обязательна. Многопроволочные провода и шнуры присоединяются к токоприемникам посредством напайки контактных наконечников; можно также скрутить все проволоки вместе, загнуть из них кольцо, которое пропаять оловом с канифолью и поджать под винт или гайку.

Провод очищается от изоляции ножом, наклонно поставленным к зачищенному концу вдоль провода, как это показано на рис. 204, а не поперек провода, чтобы не срезать самой жилы.

Изоляция на конце провода у наконечника или у кольца обматывается ниткой на расстоянии 10—20 *мм*. Провода поджимаются под клеммы; винты и гайки довертываются до отказа, в противном случае неплотные электрические контакты могут вызвать нагрев в местах соединений и

обгорание, а в звуковоспроизводящем тракте—помехи в виде шорохов и тресков.

После того как пайки и подключения произведены, проверяется их надежность, для чего необходимо с некоторым усилием потрогать припаян-

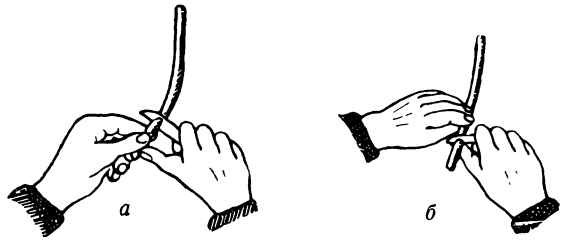


Рис. 204. Зачистка ножом изоляции провода
а — правильно (наклонно поставленным ножом);
б—неправильно (поперек провода)

ный или подключенный провод. В случае обнаружения ненадежной пайки или плохого контакта работу нужно обязательно произвести заново.

Основные инструменты для монтажа и их применение

Пробивка проходов и гнезд в кирпичных стенах для установки винтов на спиралях и пробках производится зубилами и главным образом шлямбуром — стальной каленой трубой с зубьями на конце, по которому слегка ударяют молотком, зубья постепенно измельчают кирпич, и шлямбур подвигается вперед.

Измельченный кирпич откладывается внутри трубы, поэтому время от времени ее необходимо очищать, слегка постукивая по поверхности шлямбура молотком.

Для откусывания проводов, производства скруток и загибания контактных колец применяются пассатижи, плоскогубцы и круглогубцы (рис. 205).

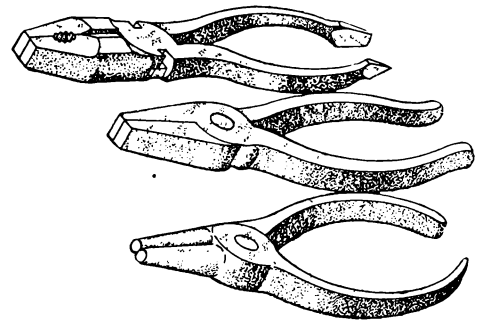


Рис. 205. Пассатижи, плоскогубцы и круглогубцы

Для пайки проводов, залуживания концов и подпайки наконечников применяется паяльник медный (лучше электрический).

Места, подлежащие пайке, зачищаются до блеска, плотно подгоняются, после чего слегка покрываются канифолью при помощи горячего паяльника. Конец паяльника должен быть хорошо залужен, для чего его зачищают напильником, припой плавят на канифоли горячим паяльником, на острие которого должен образоваться слой припоя. Плохо залуженный паяльник не обеспечит надежной пайки.

Горячий паяльник с слоем припоя на острие проводится по спаиваемому месту; в результате производится облужение. Пайка считается выполненной,

когда припоем залито все пространство между спаиваемыми проводами или предметами.

К местам, подлежащим спайке, не следует прикасаться пальцами, так как поверхности покроются слоем жира, всегда имеющимся на пальцах, вследствие чего пайка будет затруднена.

Нужно следить за тем, чтобы паяльник не перегревался докрасна; однако недостаточно нагретый паяльник не может обеспечить надежной пайки, так как паяльник «мажет» сверху, и припой не проникает вглубь.

Для зачистки проводов от изоляции применяется монтерский нож. Лучше всего употреблять складной нож среднего размера, достаточно прочный, из хорошей стали.

Для завертывания винтов необходим набор отверток (3—4 штуки) шириной от 12 до 3 *мм*.

Отвертка должна подбираться применительно к размеру винта; это обеспечит сохранность отверток и шлицов винтов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы патронов для осветительных ламп вы знаете и в чем особенности их устройства?
2. Почему подвижной токоприемник присоединяется к электросети через штепсельную розетку?
3. Какой изоляционный материал обладает наибольшей термической стойкостью?
4. Зачем на проводах устанавливаются предохранители и в чем сущность их действия?
5. Какой провод называется многопроволочным и какой многожильным?
6. Как определить сечение провода, зная его диаметр?
7. В каких случаях применяются шнуры?
8. Какие стандартные сечения шнуров вы знаете?
9. Как укрепляются ролики на каменной стене?
10. Как производится пайка в местах электрических соединений?

ЧАСТЬ III

ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Глава 14

УСТРОЙСТВО И РАБОЧИЙ ЦИКЛ ДВИГАТЕЛЯ

Электрический генератор, питающий киноустановку электрическим током, приводится во вращение двигателем внутреннего сгорания. Вал генератора электрического тока соединяется с валом двигателя соединительной муфтой. Связанные общей муфтой и рамой генератор и двигатель представляют собой единый агрегат — передвижную электрическую станцию.

Принцип действия двигателя внутреннего сгорания

В киносети наибольшее распространение получили карбюраторные двигатели типа Л-3, Л-3/2 и В-3, называемые также малолитражными.

Эти двигатели работают на легких сортах жидкого топлива — бензине, причем в цилиндр двигателя топливо поступает в распыленном и частично газообразном состоянии в смеси с воздухом. Приготовление этой смеси, называемой рабочей смесью, происходит вне цилиндра двигателя в особом приборе — карбюраторе. В цилиндре рабочая смесь предварительно сжимается, а затем воспламеняется электрической искрой. В процессе сгорания рабочей смеси выделяется тепло и образуются продукты сгорания — газы; стремясь расшириться, газы давят на поршень, заставляя его опускаться вниз, а так как поршень связан через шатун с валом двигателя, последний приходит во вращательное движение.

Карбюраторный двигатель является двигателем внутреннего сгорания, преобразующим тепловую энергию сгорающего топлива в механическую работу (вращение вала двигателя).

Преобразование прямолинейного движения поршня во вращательное движение вала двигателя совершается посредством кривошипного механизма, устройство и действие которого показаны на рис. 206.

В цилиндре *1* находится поршень *2*, шарнирно соединенный поршневым пальцем *3* с верхней головкой *4* шатуна *5*. Нижняя головка шатуна *6* соединена с коленчатым валом, который состоит из кривошипа или колена, образованного шатунной шейкой *7* и двумя щеками *8*, и двух коренных шеек *9*. Шейки вращаются в опорных подшипниках, называемых коренными (на рис. 206 коренные подшипники не показаны).

Когда шатунная шейка находится вверху и щеки кривошипа лежат в одной плоскости с осью шатуна, поршень занимает в цилиндре крайнее верхнее положение (рис. 206, *а*), соответствующее наименьшему объему внутри цилиндра.

Вращаясь, кривошип тянет за собой вниз шатун, вследствие чего поршень, направляемый стенками цилиндра, опускается (рис. 206, *б*), а объем цилиндра над поршнем увеличивается.

После поворота кривошипа на 180° (полуоборот) щеки кривошипа снова будут лежать в одной плоскости с осью шатуна; однако шатунная шейка окажется внизу, и поршень займет в цилиндре крайнее нижнее положение (рис. 206, *в*), соответствующее наибольшему объему внутри цилиндра.

При дальнейшем вращении кривошипа направление движения поршня изменится: шатунная шейка, поднимаясь, толкает шатун и поршень вверх

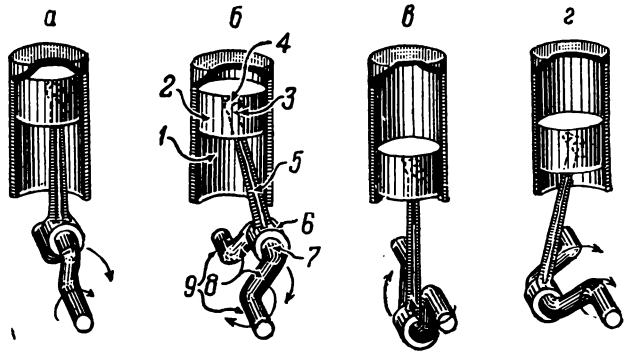


Рис. 206. Схема кривошипного механизма

1 — цилиндр; *2* — поршень; *3* — поршневой палец; *4* — верхняя головка шатуна; *5* — шатун; *6* — нижняя головка шатуна; *7* — шатунная шейка; *8* — щека; *9* — коренная шейка

(рис. 206, *г*); после поворота кривошипа на 180° от крайнего нижнего положения, а всего на 360° или на один полный оборот, поршень снова придет в крайнее верхнее положение.

Если приложить усилие не к кривошипу, а к поршню и заставить его перемещаться в цилиндре вверх и вниз между крайними положениями, кривошип получит вращательное движение.

В кривошипном механизме поршень имеет прямолинейное, возвратно-поступательное движение, т. е. движется по прямой, причем направление движения его меняется.

Коленчатый вал имеет вращательное движение.

Шатун совершает сложное движение: нижняя головка шатуна вместе с шейкой кривошипа имеет вращательное движение; верхняя головка движется вместе с поршнем и, кроме того, совершает качательное движение вокруг оси поршневого пальца.

Крайние положения, которые занимает поршень, двигаясь в цилиндре, называются мертвыми точками.

Движение поршня от одной мертвой точки до другой называется ходом поршня; каждому ходу поршня соответствует поворот кривошипа на 180° (полуоборот).

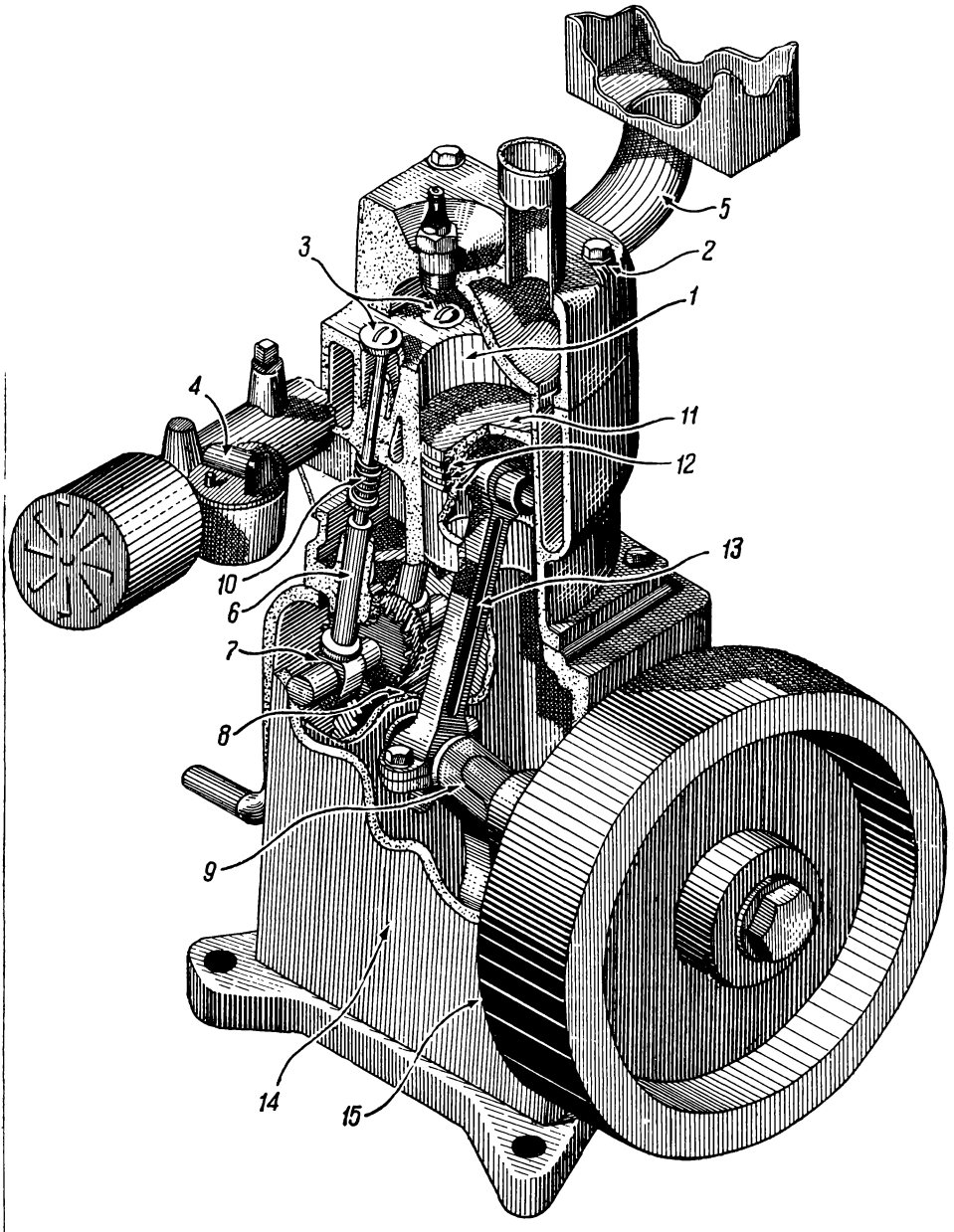


Рис. 207. Устройство одноцилиндрового карбюраторного двигателя типа Л

1 — цилиндр двигателя; *2* — головка цилиндра; *3* — клапаны; *4* — карбюратор; *5* — выхлопная труба; *6* — толкатель; *7* — кулачок; *8* —зубчатая передача распределительного вала; *9* — коленчатый вал; *10* — клапанная пружина; *11* — поршень; *12* — поршневые кольца; *13* — шатун; *14* — картер; *15* — маховик

На рис. 207 показано устройство одноцилиндрового карбюраторного двигателя типа Л, который имеет следующие основные механизмы и приборы:

1) Кривошипный механизм, воспринимающий давление газов в цилиндре и превращающий прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение вала двигателя.

2) Распределительный механизм, своевременно впускающий в цилиндр рабочую смесь и выпускающий из него продукты сгорания.

3) Систему охлаждения, предотвращающую перегрев двигателя.

4) Систему смазки, уменьшающую трение и охлаждающую трущиеся детали.

5) Органы питания, обеспечивающие образование рабочей смеси и поступление ее в цилиндры.

6) Приборы зажигания, воспламеняющие рабочую смесь электрической искрой.

Цилиндр двигателя *1* — чугунная отливка, закрытая сверху съемной головкой *2*. Головка и верхняя часть боковой поверхности цилиндра имеют двойные стенки. Пространство между стенками заполняется водой, охлаждающей цилиндр, и называется рубашкой охлаждения. В боковом приливе к телу цилиндра имеются два отверстия — всасывающее и выхлопное, прикрываемые клапанами *3*. Всасывающее отверстие соединено через всасывающую трубу с карбюратором *4*, а выхлопное — с выхлопной трубой *5*. Клапаны поднимаются (открываются) вследствие давления на них толкателей *6*, на которые набегают кулачки распределительного вала *7*. Распределительный вал связан зубчатой передачей *8* с коленчатым валом *9*, от которого он приводится во вращение. Опускание (закрытие) клапанов осуществляется посредством клапанных пружин *10*.

В цилиндре находится поршень *11*, имеющий в верхней части пружинные поршневые кольца *12*, плотно прилегающие к стенкам цилиндра. Посредством шатуна *13* поршень связан с кривошипом коленчатого вала, вращающегося в подшипниках, установленных в картере *14* двигателя. На заднем конце коленчатого вала укреплен тяжелый литой диск-маховик *15*.

На рис. 208, 209, 210, 211 показаны разрезы цилиндра в различных положениях поршня и клапанов, соответствующих четырем различным процессам, периодически повторяющимся во время работы двигателя.

Предположим, что поршень находится в верхней мертвой точке и началось вращение вала двигателя; поршень пойдет вниз.

По мере опускания поршня пространство в цилиндре над поршнем будет увеличиваться. Так как воздух, находящийся в цилиндре, стремится занять все пространство, освобожденное поршнем, плотность воздуха и его давление уменьшаются, и в цилиндре создается разрежение (вакуум) (рис 208).

Одновременно с движением поршня вниз кулачок *1* распределительного вала набегает на толкатель *2* и приподнимает всасывающий клапан *3*. В это время выхлопной клапан *4* закрыт. Ввиду разрежения в цилиндре в момент открытия всасывающего клапана воздух через карбюратор устремится в цилиндр вместе со смешанным с ним распыленным и частично испарившимся топливом. Образующаяся рабочая смесь поступает в цилиндр на протяжении всего хода поршня, т. е. до прихода его в нижнюю мертвую точку.

Процесс поступления рабочей смеси в цилиндр двигателя, вызванный разрежением в нем, называется всасыванием.

По мере дальнейшего вращения вала двигателя поршень начнет перемещаться вверх, всасывающий клапан закроется и рабочая смесь вследствие уменьшения пространства над поршнем начнет сжиматься. По дости-

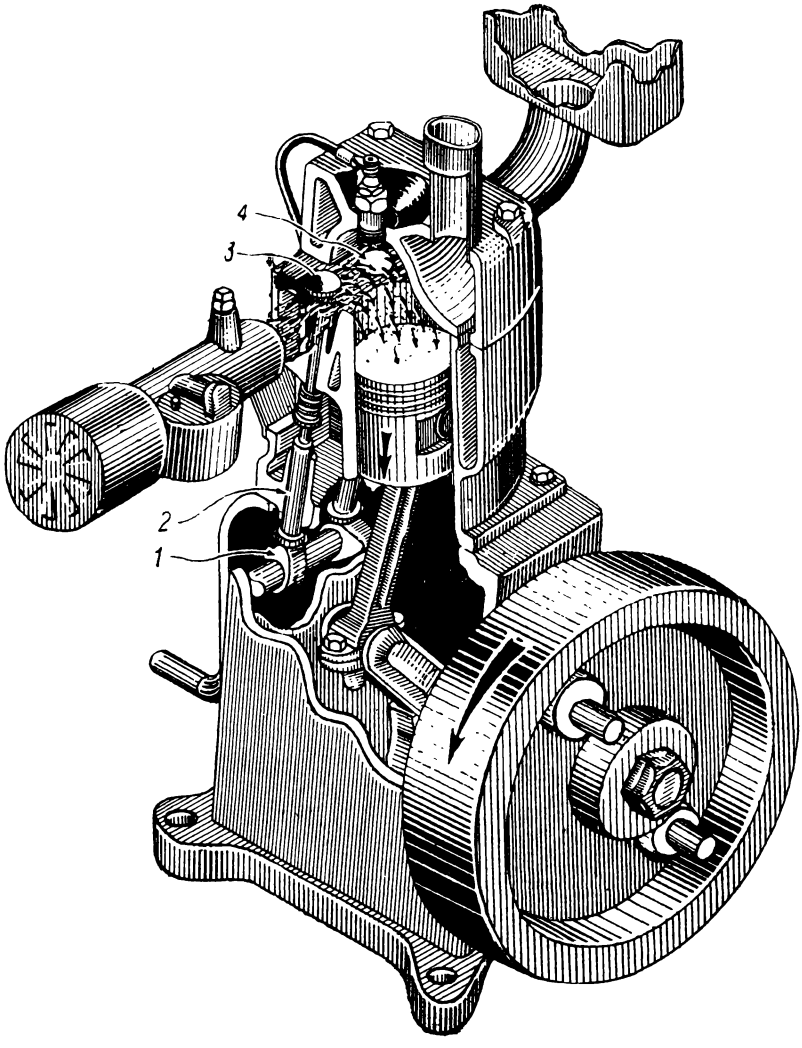


Рис. 208. Первый такт — всасывание

Поршень движется вниз; кулачок *1* набегает на толкатель *2* и приподнимает клапан *3*; выхлопной клапан *4* закрыт; через карбюратор поступает в цилиндр рабочая смесь

жении поршнем верхней мертвой точки объем рабочей смеси уменьшится в 4—5 раз против первоначального.

Процесс уменьшения объема рабочей смеси называется сжатием (рис. 209). Сжатие рабочей смеси необходимо для увеличения скорости сгорания смеси и повышения давления газов на поршень, что обеспечивает наибольшую мощность и экономичность работы двигателя.

Увеличение скорости сгорания рабочей смеси в момент сжатия объясняется главным образом повышением ее температуры до 350—380° С, улучшающим общие условия использования топлива.

Повышение температуры смеси вызвано превращением в тепло механической работы, затрачиваемой на преодоление упругости газа при его сжатии.

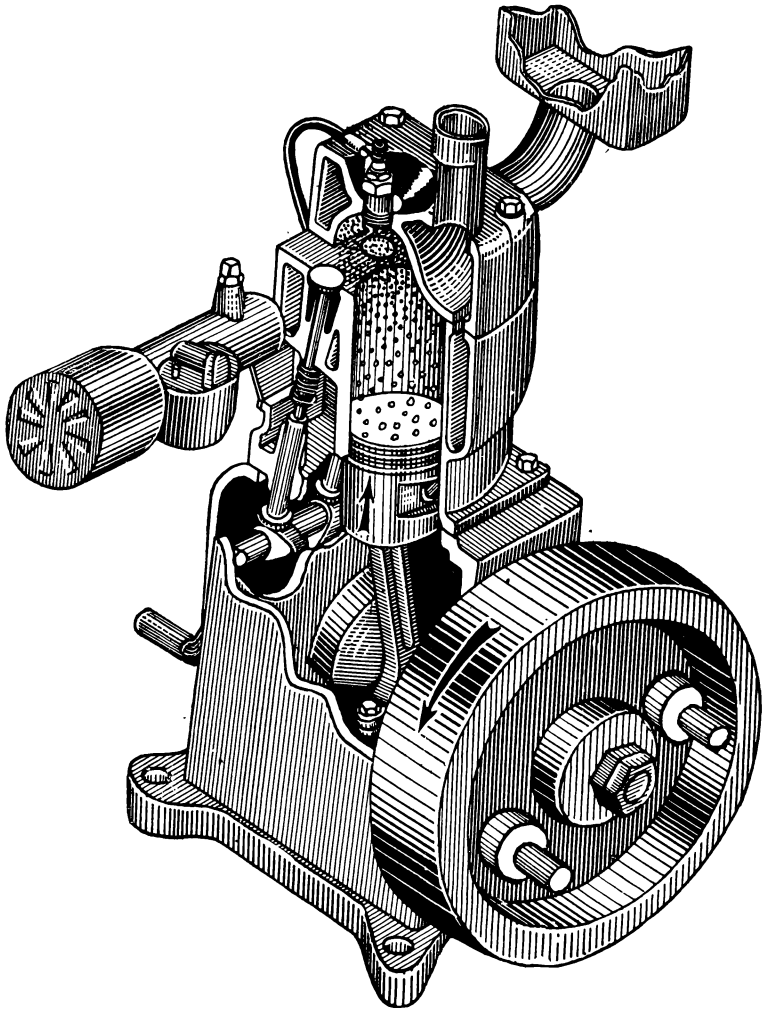


Рис. 209. Второй такт — сжатие
Поршень движется вверх; всасывающий и выхлопной клапаны закрыты

В конце сжатия между электродами запальной свечи *5* (рис. 210), ввернутой в цилиндр, проскакивает электрическая искра, воспламеняющая сжатую рабочую смесь. Сгорая, последняя выделяет большое количество тепла, повышающего в момент вспышки температуру газов внутри цилиндра до 1800—2000° С. Сгорание рабочей смеси происходит настолько быстро, что поршень успевает отойти от верхней мертвой точки на незначительное

расстояние. Следовательно, сгорание происходит в малом и почти постоянном объеме. Поэтому в момент вспышки давление газов в цилиндре сильно повышается, достигая 25—28 *кг* на один квадратный сантиметр. Образующееся в цилиндре давление газов толкает поршень вниз и че-

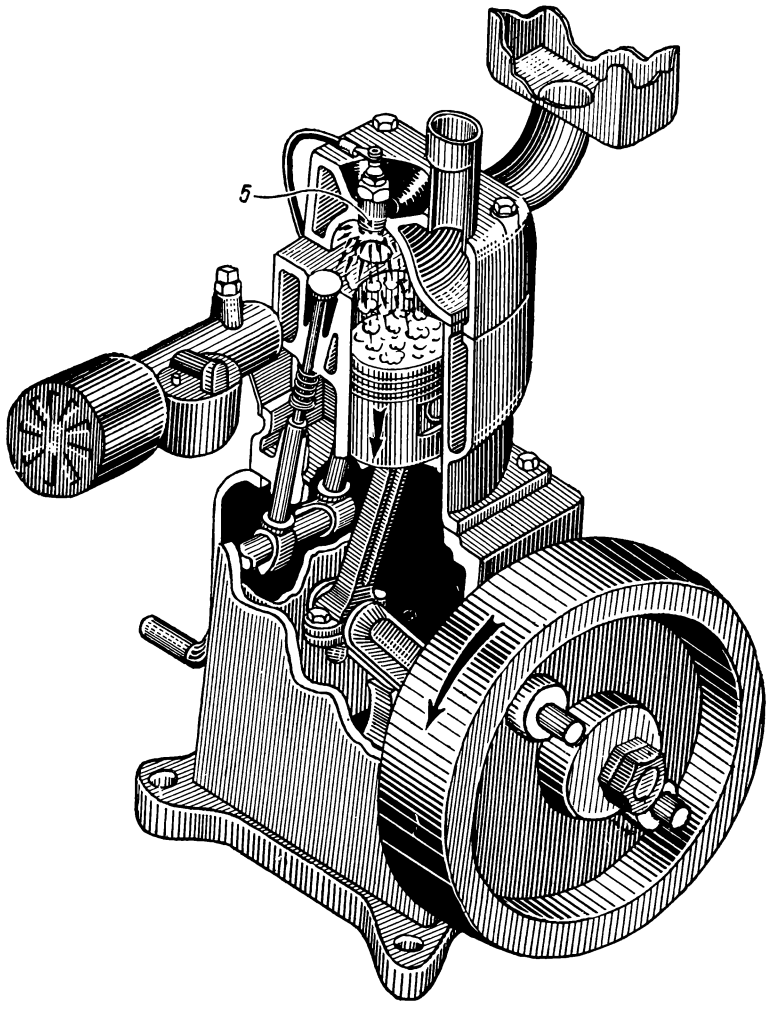


Рис. 210. Третий такт — рабочий ход

Поршень движется вниз, всасывающий и выхлопной клапаны закрыты. В конце сжатия между электродами запальной свечи *5* проскакивает электрическая искра, воспламеняющая сжатую рабочую смесь; образующееся в цилиндре давление газов толкает поршень вниз

рез связанный с ним шатун сообщает вращение коленчатому валу. По мере движения поршня вниз объем внутри цилиндра увеличивается, вследствие чего происходит расширение газов.

Движение поршня от верхней мертвой точки до нижней, вызываемое давлением газов, называется рабочим ходом.

В процессе дальнейшего вращения вала двигателя поршень снова начнет подниматься вверх; в это время кулачок *1* набежит на толкатель *2* и откроет выхлопной клапан *3* (рис. 211). Продолжая подниматься вверх, поршень выталкивает из цилиндра продукты сгорания в атмосферу, в связи

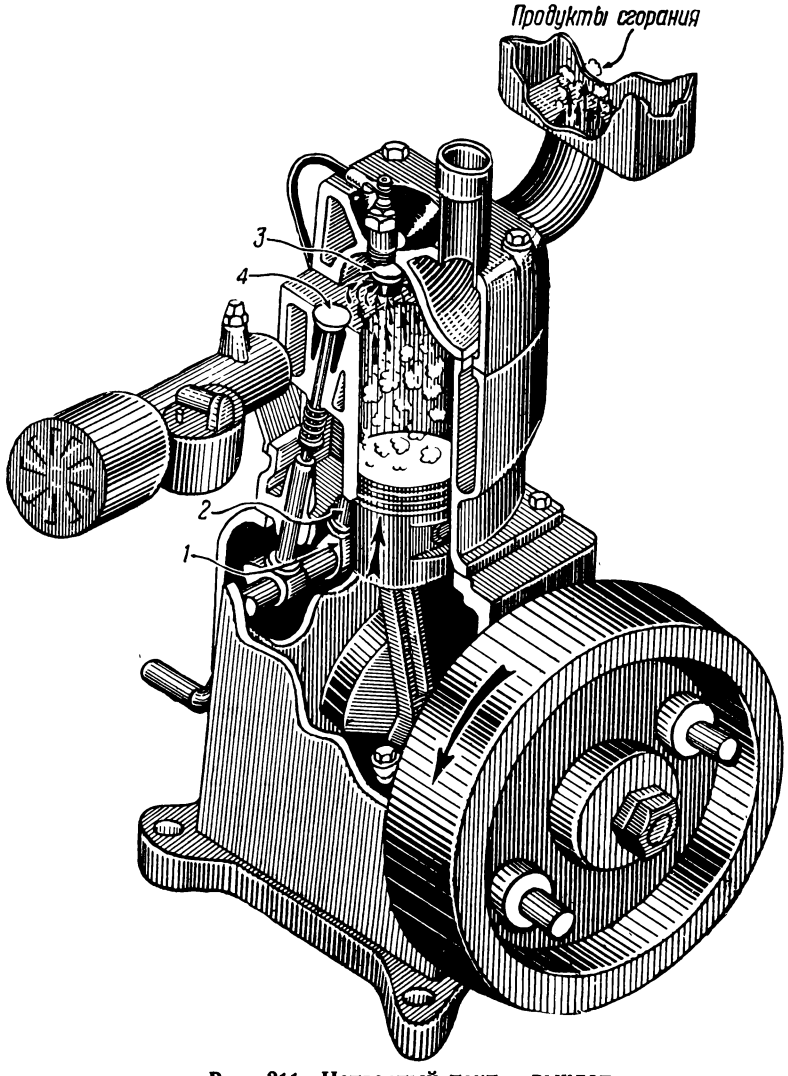


Рис. 211. Четвертый такт — выхлоп

Поршень движется вверх; кулачок *1* набегает на толкатель *2* и открывает выхлопной клапан *3* (всасывающий клапан *4* закрыт); поршень выталкивает из цилиндра продукты сгорания (отработанные газы)

с чем цилиндр готов принять свежую порцию рабочей смеси при очередном всасывании. Процесс очищения цилиндра двигателя от отработанных газов называется выхлопом.

Все эти процессы периодически повторяются, т. е. после выхлопа снова всасывается новая порция рабочей смеси, происходит сжатие ее, затем сле-

дует рабочий ход, выхлоп и т. д. Совокупность всех этих процессов, последовательно происходящих в цилиндре работающего двигателя, называется рабочим циклом двигателя.

Часть рабочего цикла, происходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, называется тактом.

Рабочий цикл двигателя состоит из четырех тактов: всасывания, сжатия, расширения и выхлопа, происходящих за четыре хода поршня или за два оборота коленчатого вала. Двигатели, рабочий цикл которых происходит в течение четырех ходов поршня или за два оборота коленчатого вала, называется четырехтактными двигателями.

Пуск двигателя в ход осуществляется вращением коленчатого вала рукояткой (Л-3, Л-3/2) или тросом (В-3) до тех пор, пока не будут получены первые вспышки, после которых двигатель начинает работать самостоятельно. Во время вращения двигателя вспомогательные такты — всасывание, сжатие и выхлоп — происходят за счет энергии, накопляемой маховиком в момент рабочего хода. Таким образом полезную работу двигатель производит только во время рабочего хода, когда давление газов воспринимается поршнем и передается через шатун коленчатому валу и маховику.

Во время вспомогательных тактов усилие передается от маховика через коленчатый вал поршню.

Кривошипный механизм

Кривошипный механизм состоит из следующих основных деталей: цилиндра, поршня, шатуна, коленчатого вала с маховиком и картера.

Цилиндр. В цилиндре происходит выполнение рабочего цикла двигателя; кроме того, цилиндр служит направляющим для движения поршня.

Цилиндр состоит из следующих основных частей:

а) цилиндрической части, направляющей движение поршня; отшлифованная внутренняя поверхность цилиндрической части называется рабочей поверхностью или зеркалом цилиндра;

б) головки — верхней части, закрывающей цилиндр; в головке цилиндра находится камера, в которой происходит воспламенение сжатой рабочей смеси;

в) рубашки охлаждения, окружающей цилиндр (в двигателях Л-3 и Л-3/2); в пространстве между стенками цилиндра и стенками рубашки циркулирует вода.

Замкнутое пространство наименьшего объема внутри цилиндра при положении поршня в верхней мертвой точке называется камерой сгорания или камерой сжатия.

Пространство в цилиндре, освобождаемое поршнем в момент его перемещения от верхней мертвой точки до нижней, называется рабочим объемом цилиндра.

Объем камеры сгорания и рабочий объем цилиндра вместе составляют полный объем цилиндра. Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания называется степенью сжатия. Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается объем рабочей смеси к моменту, когда поршень находится в верхней мертвой точке по сравнению с тем объемом, какой имела смесь, когда поршень находился в нижней мертвой точке.

Чем выше степень сжатия, тем больше мощность, развиваемая двигателем при данном объеме цилиндра, и тем меньше расход топлива на еди-

ницу мощности. Однако степень сжатия рабочей смеси можно увеличивать без нарушения нормального течения рабочего цикла только до известного предела (подробно об этом будет сказано ниже).

Двигатели Л-3 и Л-3/2 имеют степень сжатия около 5; двигатель В-3 — 4,8.

Цилиндр двигателей Л-3 и Л-3/2 (рис. 212) отлит из чугуна и объединяет стакан цилиндра, всасывающие и выпускные каналы для рабочей смеси

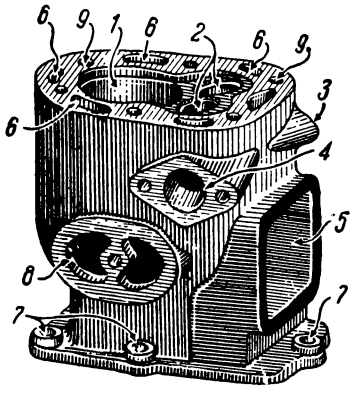


Рис. 212. Цилиндр двигателя Л-3/2
1 — стакан цилиндра; *2* — отверстия для клапанов; *3* — всасывающая труба; *4* — выхлопная труба; *5* — клапанная коробка; *6* — отверстия для соединения водяной рубашки головки и цилиндра; *7* — отверстия для крепления цилиндра к картеру; *8* — отверстие для подвода воды из нижней коробки радиатора; *9* — отверстия для крепления головки цилиндра

и отработанных газов и коробку клапанных пружин. Стакан цилиндра и каналы окружены рубашкой цилиндра, которая во время работы заполнена водой, необходимой для охлаждения двигателя.

На верхней плоскости цилиндра, кроме отверстия и небольшой выемки с наклонным дном, представляющей собою часть камеры сгорания, расположены проходы для охлаждающей воды *6*, отверстия с нарезкой для шпилек *9*, крепящих головку двигателя, и места посадки клапанов — седла *2*.

В отверстия меньшего диаметра, расположенные под гнездами клапанов, впрессовываются чугунные втулки — направляющие клапанов.

С правой стороны, несколько ниже верхней плоскости, расположен канал всасывания рабочей смеси *3*; слева на той же высоте — канал для выпуска отработанных газов *4*. Выходы каналов *3* и *4* на внешнюю стенку рубашки оформлены в виде обработанных фланцев с двумя нарезными отверстиями. На фланце с правой стороны крепится карбюратор, а с левой — угольник глушителя.

На нижнем фланце цилиндра имеется пять небольших отверстий *7*, предназначенных для шпилек крепления цилиндра к картеру, а также фигурное отверстие для прохода направляющих втулок толкателей клапанов в камеру, называемую коробкой клапанных пружин *5*. Коробка клапанных пружин образована: сверху — рубашкой, обнимающей каналы всасывания и выпуска газов, снизу — фланцем, с боков — стенками. Боковые стенки имеют фигурное очертание, обеспечивающее удобное завертывание гаек.

В коробке клапанных пружин собранного двигателя размещаются детали, посредством которых приводятся в действие клапаны. Окно в коробке клапанных пружин закрывается штампованной крышкой. Крышка крепится специальной гайкой с накатанной головкой на шпильке, ввернутой в бобышку блока.

Через окно в коробке клапанных пружин производится регулировка зазора между клапанами и головками болтиков толкателей, а также наде-

ваются пружины и производится закрепление их на стержнях клапанов. С левой стороны блока, внизу рубашки цилиндра, прилит фасонный фланец *8* с двумя проходами для воды. К фланцу крепится патрубок, подводящий охлажденную воду из радиатора в рубашку цилиндра.

Сверху цилиндр закрыт головкой, крепящейся к нему шпильками. Камера сгорания представляет собой выемку в головке цилиндра (рис. 213). В центре камеры ввертывается свеча М-12 20; размер резьбы — М18 × 1,5 *мм*.

Перед радиатором на двух болтах, ввертываемых в головку цилиндра, крепится кронштейн вентилятора. В отверстие впереди свечи ввертывается декомпрессионный краник. Наличие краника дает возможность заливать бензин в камеру сгорания или продувать камеру в случае засасывания богатой смеси. В отверстие за свечой ввертывается патрубок, через который в радиатор отводится горячая вода, нагретая во время работы двигателя.

Чтобы создать плотное соединение, между цилиндром и его головкой ставится медно-асбестовая или латунно-асбестовая прокладка (рис. 214). Прокладка препятствует попаданию охлаждающей воды в цилиндр и не допускает прорыва газов из цилиндра в рубашку.

Цилиндр двигателя В-3 (рис. 215) — чугунный, головка литая алюминиевая; между головкой и цилиндром проложена уплотняющая медно-асбестовая прокладка. В головку запрессованы чугунные седла и направляющие втулки клапанов. Над седлами завинчены пробки для установки свечи и декомпрессионного краника. На двух шпильках к фланцу головки двигателя крепится глушитель; между головкой и глушителем прокладывается медно-асбестовая прокладка. Головка и цилиндр крепятся к картеру двигателя траверсой и двумя шпильками, ввернутыми в картер. Для увеличения охлаждающей поверхности цилиндр и головка снабжены тонкими ребрами, при-

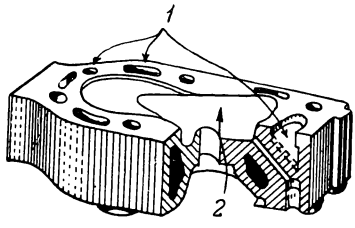


Рис. 213. Головка цилиндра двигателя Л-3/2
1 — отверстия для охлаждающей воды; *2* — камера сгорания

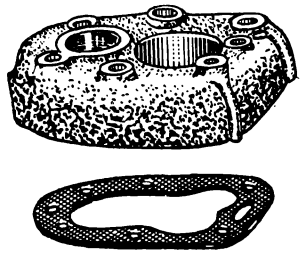


Рис. 214. Головка цилиндра двигателя Л-3/2 с прокладкой

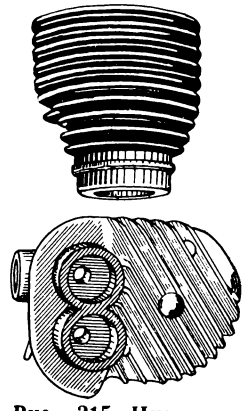


Рис. 215. Цилиндр и головка двигателя В-3

дающими, кроме того, большую жесткость конструкции цилиндра и головки. На головке двигателя имеется фланец, к которому двумя шпильками крепится карбюратор.

Поршень. Поршень воспринимает давление газов в цилиндре во время рабочего хода и передает это давление через шатун коленчатому валу.

Поршень представляет собой (рис. 216) головку с днищем *1*, воспринимающим давление газов; боковые стенки направляют движение поршня в цилиндре, а бобышки *3* служат опорой для поршневого пальца.

Поршень должен препятствовать утечке газа из цилиндра в картер двигателя, так как пропуск газов в моменты сжатия и рабочего хода вы-

зывает снижение давления сжатия, в результате чего падает мощность и снижается экономичность двигателя. Между поршнем и цилиндром приходится оставлять небольшой зазор, так как расширение их от нагрева неодинаковое. Чтобы избежать утечки газов, применяются разрезные поршневые пружинные кольца (рис. 217). Обладая упругостью, кольца

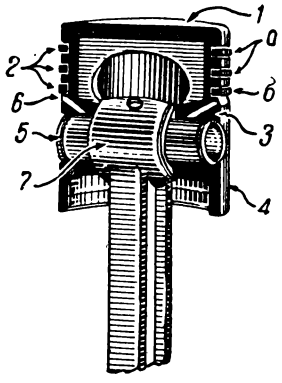


Рис. 216. Разрез поршня, палец и верхняя головка шатуна двигателя Л-3/2

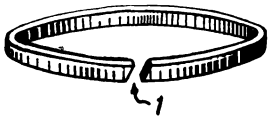
1 — днище поршня; *2* — поршневые кольца: *а* — компрессионные; *б* — маслоснимающее; *3* — бобышка поршня; *4* — юбка поршня; *5* — палец; *6* — отверстия для смазки пальца; *7* — головка шатуна

стремятся разогнуться в цилиндре и тем самым плотно прижимаются к его стенкам, не позволяя прорываться газам из цилиндра в картер двигателя. Место разреза поршневого кольца называется з а м к о м.

Поршневые кольца располагаются в канавках так, чтобы их замки были равномерно разведены по окружности поршня (на 120°).

Во время работы двигателя между поршнем и цилиндром из-за упругости поршневых колец и бокового давления поршня на стенки цилиндра возникает значительное трение, для уменьшения которого и охлаждения трущихся поверхностей на стенки цилиндра подается смазка.

Чтобы воспрепятствовать попаданию масла в камеру сгорания, где оно будет выгорать, оставляя нагар, нижняя канавка поршневого кольца приспособлена для снятия избыточного масла и возвращения его в картер двигателя. Поэтому нижнее—третье— поршневое кольцо называется м а с л о с н и м а ю щ и м, а первое и второе — к о м п р е с с и о н н ы м и. Поршневые кольца называются компрессионными потому, что, препятствуя утечке газа между поршнем и зеркалом цилиндра, они обеспечивают компрессию, т. е. сжатие рабочей смеси.



217. Поршневое кольцо
1 — замок

Верхний пояс поршня имеет три канавки, соответственно количеству поршневых колец. У нижней канавки имеется фаска; на ней просверлены отверстия, отводящие избыточное масло со стенки цилиндра в картер. Нижний пояс поршня, называемый ю б к о й, служит для направления движения поршня в цилиндре.

Поршневые кольца отливаются из специального чугуна, обладающего хорошими пружинящими свойствами. Вставленное в цилиндр кольцо должно всегда иметь в замке небольшой зазор (от 0,1 до 0,3 *мм*).

П а л е ц п о р ш н я представляет собой пустотелый валик, шарнирно соединяющий поршень с верхней головкой шатуна; изготовляется палец из углеродистой или легированной стали, цементируется и закаливается с наружной поверхности. Достаточная опорная поверхность пальца обеспе-

чивается двумя бобышками в боковой стенке поршня, в отверстия которых устанавливается поршневой палец. Связь бобышек со стенками поршня и головкой усилена ребрами.

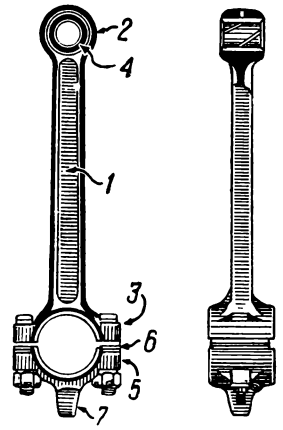
В бобышках, служащих опорами пальцу поршня, имеются кольцевые выточки, куда вставляются пружинные кольца, закрепляющие палец во избежание его осевого перемещения. Отверстия в бобышках подводят смазку к концам поршневого пальца.

Палец поршня — плавающий, так как он не закреплен и может вращаться в верхней головке шатуна и в бобышках поршня. Закрепляется он, как указано выше, по концам пружинными кольцами, изготовленными из высококачественной (рояльной) проволоки.

Пружинное кольцо должно плотно сидеть в бобышке и не перекашиваться. Кольцо проверяется на плите или на плоскости; оно должно касаться поверхности плиты всеми точками своей окружности, включая концы. Кольцо, не удовлетворяющее этому требованию, не может быть использовано. Изготовлять пружинные кольца без соответствующих приспособлений и не из высококачественной (рояльной) проволоки не следует.

Поршень двигателя В-3 изготовляется из алюминиевого сплава. Компрессионные поршневые кольца изготовляются из специального чугуна. Палец поршня — полый, плавающий. В головке шатуна палец вращается в бронзовой втулке; в поршне — непосредственно в бобышках. Во избежание задирания цилиндра в палец вставлены бронзовые сухари-заглушки.

Диаметры поршней: Л-3 — 60 *мм*; Л-3/2 — 65 *мм*; В-3 — 60 *мм*.



218. Шатун двигателя Л-3/2

1 — тело шатуна; *2* — верхняя головка; *3* — нижняя головка; *4* — бронзовая втулка; *5* — съемная крышка нижней головки шатуна; *6* — прокладки; *7* — черпачок

Шатун. Шатун соединяет поршень с валом двигателя. Во время рабочего хода шатун передает коленчатому валу давление газов на поршень; при вспомогательных тактах шатун передает поршню движение от маховика через коленчатый вал.

Шатун (рис. 218) штампуется в горячем виде из углеродистой или легированной стали и состоит из трех частей: тела *1*, верхней головки *2* и нижней головки *3*. В поперечном сечении шатун имеет двутавровую форму, что придает ему большую прочность.

Верхняя головка *2* шатуна цельная и соединяется шарнирно с поршневым пальцем. В целях уменьшения трения между пальцем и шатуном в головке запрессована бронзовая втулка *4*. Поршневой палец в бобышке не закреплен и может вращаться как в верхней головке шатуна, так и в бобышках («плавающий» палец). Нижняя головка шатуна *3*, охватывающая шейку кривошипа и описывающая вместе с ним окружность, разъемная и состоит из двух частей, соединенных болтами: верхней, составляющей одно целое с телом шатуна, и нижней — съемной крышки. Гайки болтов нижней головки шатуна шплинтуются во избежание ослабления и отвертывания.

В двигателе В-3 нижняя головка шатуна работает по шейке вала на роликах. В двигателях Л-3 и Л-3/2 внутренняя поверхность нижней головки шатуна залита бабитом. Между разъемными частями по линии стыка

имеется несколько прокладок *6*, обеспечивающих возможность подтяжки подшипника в случае уплотнения или износа бабита; это достигается уменьшением числа прокладок.

Съемная часть головки шатуна снабжена черпачком *7*, назначение которого разбрызгивать масло в картере, а также подавать смазку к шатунным подшипникам.

На бабитовой заливке крышки нижней головки (рис. 219) имеются две канавки, в центре пересечения которых в черпачке просверлено отверстие. На верхней половине нижней головки также имеются две канавки, служащие для смазки шейки коленчатого вала. Канавки расположены по обеим сторонам стержня шатуна.

Крышка крепится к шатуну двумя болтами. Между шатуном и крышкой с каждой стороны ставятся две латунных прокладки толщиной 0,15 *мм* и одна стальная прокладка толщиной 2,7 *мм*. Во время подтягивания подшипника шатуна тонкие прокладки снимаются.

В верхнюю головку шатуна впрессована бронзовая втулка с винтовыми канавками, предназначенными для смазки средней части пальца поршня.

Шатун двигателя В-3 двутаврового сечения, кованый из легированной стали. Нижняя головка шатуна цементирована, работает по шейке вала на 14 роликах 6×12 *мм*. В верхнюю головку шатуна так же, как в двигателях типа Л, запрессована бронзовая втулка.

Коленчатый вал. Коленчатый вал воспринимает через шатун работу поршня и передает ее электрическому генератору, с которым двигатель связан соединительной муфтой.

Коленчатый вал двигателя Л-3 и Л-3/2 (рис. 220) отковывается из хромистой стали и термически обрабатывается. Вал вращается в двух шарикоподшипниках *2*, *2*, один из которых укреплен в промежуточной стенке картера, а другой — во фланце картера.

Уравновешивание вращающихся и возвратно-движущихся частей осуществляется двумя противовесами *3*, размещенными на щеках коленчатого вала.

Храповик *4*, укрепленный на переднем конце коленчатого вала, служит для заводки двигателя в момент пуска. Для передачи вращения кулачковому валику, а также для привода масляного насоса служит шестерня *5*. На противоположном конце за задним шариковым подшипником поставлены плоская шайба, задерживающая прохождение масла через задний шарикоподшипник, и маслогон, отбрасывающий масло в канавку крышки фланца (на рисунке не показано). Задний шарикоподшипник вместе с плоской шайбой и маслогоном крепится на коленчатом валу пружинным кольцом. Передний шарикоподшипник закреплен шестерней храповика посредством болта, ввернутого в торец коленчатого вала. На конусе заднего конца коленчатого вала при помощи шпонки укрепляется маховик.

Маховик. Маховик предназначен для уменьшения неравномерности вращения коленчатого вала и вывода кривошипа и поршня из мертвых точек. Обладая большой массой и инерцией, маховик облегчает также пуск двигателя.

При пуске двигателя в ход маховик выводится из состояния покоя под действием внешней силы и начинает медленно вращаться вместе с коленчатым валом. Как только рабочая смесь в цилиндре воспламеняется и давление газов стремится с большой скоростью продвинуть поршень вниз, маховик, имея большую массу, замедляет скорость движения поршня и ослабляет толчок, полученный поршнем в момент повышения давления в цилиндре. При дальнейшем вращении маховик стремится сохранить

приобретенную скорость движения, обеспечивая в известных пределах равномерность вращения коленчатого вала во время вспышек и в промежутках между ними.

Двигатель связан с электрогенератором посредством полужестких муфт, насаженных на пальцы, укрепленные на маховике.

Необходимо строго соблюдать соосность (точное совпадение осей по одной прямой) коленчатого вала и вала электрогенератора во избежание перегрузки вала двигателя, могущей привести к его поломке.

Двигатель соединяется с электрогенератором кольцами из прорезиненной ткани, надеваемыми на пальцы маховика и ведомой муфты электрогенератора.

Для обеспечения надежной работы соединения необходимо соблюдать следующие требования:

а) кольца должны иметь одинаковые размеры внутреннего отверстия; отступления по ширине и длине допускаются не более 1 *мм*;

б) кольца должны быть из одного и того же материала, одного и того же качества;

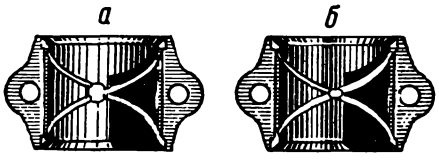


Рис. 219. Канавки в шатунном подшипнике

а — канавки в крышке; *б* — канавки в верхней части подшипника шатуна

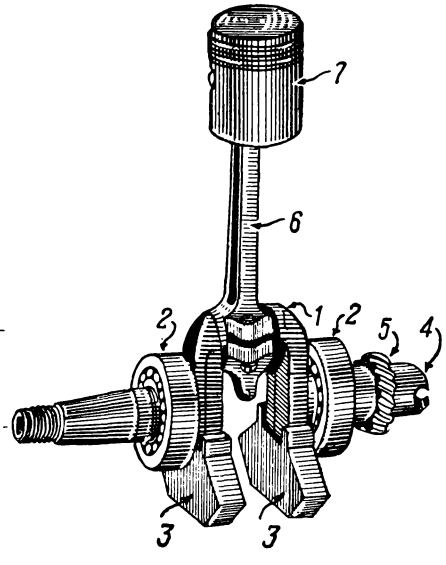


Рис. 220. Группа коленчатого вала двигателя Л-3/2

1 — коленчатый вал; *2,2* — коренные подшипники (шариковые); *3,3* — противовесы; *4* — храповик заводного механизма; *5* — шестерня распределения; *6* — шатун; *7* — поршень

в) должно быть обеспечено совпадение осей двигателя и электрогенератора, для чего проверяется зазор между пальцами в маховике и в ведомой муфте.

В двух взаимно перпендикулярных положениях (вертикальном и горизонтальном) при повороте маховика по ходу двигателя разница обеих пар пальцев должна быть не более 1 *мм*.

Картер. Картер двигателей Л-3 и Л-3/2 (рис. 221) отливается из чугуна; в нем размещаются: шатунно-кривошипный механизм, распределительный механизм, масляный насос и регулятор.

Отливка картера состоит из трех камер. В передней камере, закрываемой крышкой, размещается группа кулачкового вала, толкатели клапанов, их направляющие и шестерни привода; на промежуточной стенке в зацеплении с шестерней коленчатого вала привертывается в собранном виде группа масляного насоса.

Сверху передней камеры расположена выемка с двумя отверстиями *1*, в которые вставляются направляющие толкателей клапанов; направляющие

прижимаются общей траверсой (скобой) посредством шпильки, ввернутой в картер, гайки и разрезной пружинной шайбы (шайба Гровера).

В камере *2*, расположенной вдоль оси кулачкового вала, находится группа регулятора и детали его привода. Над этой камерой в отверстие с резьбой ввертывается сапун. В задней части картера расположены: группа коленчатого вала, корытце со смазкой и трубка, подводящая масло из насоса в корытце.

Корытце по концам закреплено заклепками на боковых стенках картера; трубка, подводящая масло, одним концом развальцована в промежуточной стенке, а другим вставлена в отверстие корытца. Необходимый уровень масла в корытце поддерживается работой масляного насоса.

Через отверстие в задней стенке картера, закрываемое фланцем, вставляется в собранном виде группа коленчатого вала с шатуном. Сверху имеется большое отверстие *3*, через которое проходят шатун и юбка поршня во время работы двигателя. Отверстия с резьбой на верхней плоскости предназначены для крепления цилиндра к картеру.

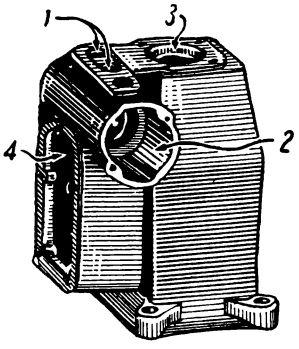


Рис. 221. Картер двигателя Л-3/2

1 — отверстия для направляющих толкателей клапанов; *2* — камера группы регулятора; *3* — отверстие для движения шатуна и поршня; *4* — окно картера для проверки масляного насоса и очистки фильтра насоса

Камеры соединяются между собой окнами. Через верхние окна средней части картера во время работы двигателя выбрасываются брызги масла, смазывающие детали распределительного механизма, масляного насоса и регулятора. Смазка к группе регулятора поступает через отверстия, ведущие в эту камеру. Нижние отверстия, соединяющие переднюю и заднюю части картера, служат для установления общего уровня масла в обеих камерах. Регулятор может смазываться и через сапун во время заливки масла в двигатель.

Дно картера наклонено к передней крышке; в нем собирается отработанное загустевшее и загрязненное масло, а также металлические частицы, смываемые с трущихся поверхностей двигателя.

С левой стороны картера на трех болтах крепится кронштейн магнето. Для регулировки установки магнето кронштейн на плоскости закрепления имеет отверстия удлиненной формы. На наружной поверхности боковой стенки укрепляется фирменная дощечка, на которой указываются: заводская марка, номер, тип двигателя, номинальная мощность, нормальное число оборотов в минуту и год выпуска двигателя.

Размеры окна *4* картера обеспечивают удобство сборки, осмотра и очистки фильтра масляного насоса. В крышке отлито гнездо с бобышкой для размещения заводной рукоятки и отверстие для маслоуказателя, через которое производится доливка масла в картер. В передней крышке картера внизу имеется спускное отверстие для масла.

Во фланце картера закрепляется задний шариковый подшипник коленчатого вала и создается необходимое уплотнение против выхода смазки. Фланец картера и коленчатый вал собираются вместе с шариковым подшипником и в собранном виде ставятся в картер двигателя.

От осевого передвижения подшипник удерживается во фланце с одной стороны буртиком фланца, а с другой — фасонной крышкой. Втулка крышки имеет внутри винтовую канавку.

Капли масла, попадающие в зазор между коленчатым валом и втулкой крышки, благодаря левому направлению канавки возвращаются обратно в картер и не проходят наружу.

Крышка заднего подшипника коленчатого вала прикреплена к фланцу болтами с шайбами Гровера.

Масло стекает в картер через выемку, подводящую его к отверстию, просверленному во фланце, который центрируется в заточке картера и крепится к нему шпильками и гайками.

Сапун. В тело картера ввертывается сапун, выравнивающий (по отношению к атмосферному) давление, образующееся в картере, и состоящий из корпуса и крышки.

Чтобы избежать выбрасывания масла выходящим наружу воздухом, в корпус сапуна впаяны две перегородки и сетка. Снаружи корпуса имеется припаянная отражательная чашечка. Перегородка и чашечка установлены так, что создаются крутые повороты выходящей из картера струи воздуха, несущей брызги масла. Тяжелые брызги масла задерживаются на поворотах и выпадают из струи, оставаясь внутри корпуса сапуна; воздух, освобожденный от масла, выходит наружу.

Крышка сапуна плотно входит в корпус и спускается до упора своей направляющей в первую перегородку.

Плотность посадки обеспечивается направляющей, изготовленной из листового железа и имеющей щель, создающую пружинность.

Если по истечении некоторого времени работы плотность посадки ослабляется, щель направляющей разводится до большей величины, и плотность посадки восстанавливается.

Крышка сапуна приварена к лапкам своей направляющей, поддерживающей ее на определенной высоте относительно края корпуса сапуна, благодаря чему сохраняется необходимая величина отверстия для выхода воздуха.

Картер двигателя В-3. На неразъемном алюминиевом картере монтируются почти все детали двигателя, картер крепится к раме четырьмя лапами с отверстиями для болтов. Сверху на картере имеются отверстия для установки цилиндра и резьба для двух направляющих втулок толкателей. Слева имеется окно для доступа к масляному насосу, закрываемое крышкой картера. Отверстия в передней и задней стенках картера предназначаются для монтажа подшипников коленчатого и распределительного валов.

В отверстие стенки картера ввинчивается пробка для спуска масла. К передней стенке картера крепится картер распределительного механизма, на котором установлены магнето, сапун, пробка и кронштейн вала регулятора.

Распределительный механизм

Клапанно-распределительный механизм состоит из следующих основных деталей (рис. 222): распределительного вала *1* с кулачками *2*, толкателей *3* и клапанов *4* с опорными тарелками *5* и пружинами *6*.

Назначение распределительного механизма — управлять своевременным впуском в цилиндр рабочей смеси и выпуском из него продуктов сгорания.

Схема работы. Вращаясь, кулачки распределительного вала набегают на толкатели и заставляют их подниматься; поднимаясь, толкатели нажимают на стержни клапанов и, преодолевая сопротивление пружин, открывают клапаны; внутренняя полость цилиндра в это время соединяется

с всасывающей или выхлопной трубой. Как только кулачок минует толкатель, клапан в силу упругости своей пружины опустится в седло, прерывая сообщение цилиндра с всасывающей или выхлопной трубой. Таким образом клапаны то открывают, то изолируют от окружающего пространства внутреннюю полость цилиндра.

Рассматривая схему работы четырехтактного двигателя, мы для упрощения объяснения процесса указывали, что открытие и закрытие клапанов происходит в моменты положения поршня в мертвых точках. В действитель-

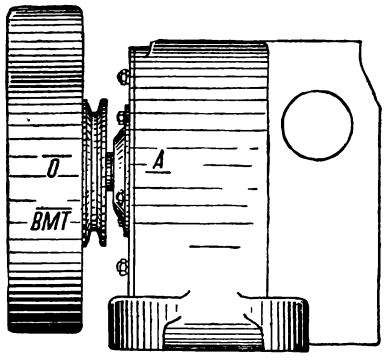


Рис. 223. Метки на маховике и на картере для установки газораспределения и зажигания

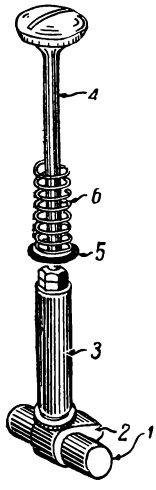


Рис. 222. Клапанно-распределительный механизм *1* — распределительный вал; *2* — кулачок; *3* — толкатель; *4* — клапан; *5* — опорная тарелка; *6* — пружина

ности газораспределение в двигателях внутреннего сгорания происходит в следующем порядке.

Всасывание в двигателях Л-3 и Л-3/2 начинается, как только кривошип перейдет верхнюю мертвую точку (ВМТ) на 13° 10′.

Некоторое запаздывание открытия всасывающего клапана дает возможность направлять рабочую смесь в момент, когда в цилиндре наступило некоторое разрежение (вакуум), что способствует энергичному засасыванию смеси.

Мощность двигателя увеличивается, если в цилиндр поступает наибольшее количество рабочей смеси. Поэтому всасывание прекращается после того, как поршень перейдет нижнюю мертвую точку (НМТ) и начнет подниматься вверх.

В двигателях Л-3 и Л-3/2 всасывание заканчивается, когда кривошип перейдет НМТ на 40°10′.

Если впускной клапан закрывается с опозданием, рабочая смесь продолжает по инерции поступать навстречу движущемуся вверх поршню.

Выпускной клапан начинает подниматься с опережением в конце рабочего хода, когда кривошип не дошел до НМТ на 33°40′. Выпуск отработанных газов в двигателе заканчивается, когда кривошип перейдет ВМТ на 5°, т. е. с некоторым запозданием.

Опережение открытия и запаздывание закрытия выхлопного клапана дает возможность держать выхлопное окно открытым более продолжительное время до возможно полного удаления отработанных газов. Свя-

занная с этим некоторая потеря мощности компенсируется лучшей вентиляцией цилиндра.

Таким образом периоды всасывания рабочей смеси и выпуска отработанных газов продолжаются на протяжении более чем полуоборота кривошипа за счет соответствующего сокращения периодов сжатия и рабочего хода. Следовательно, клапаны бывают открыты более продолжительное время, чем закрыты.

Чтобы в точности соблюсти момент подъема клапанов, продолжительность их открытия, момент опускания и чередование действия клапанов, кулачкам на распределительном валике придается соответствующая форма и расположение. Кроме того, клапаны должны открываться и закрываться в соответствии с определенными положениями кривошипа относительно мертвых точек. Для этого шестерня распределительного вала должна быть сцеплена с ведущей шестерней главного вала зубцами, отмеченными кернами на обеих шестернях. Регулируя газораспределение в двигателях Л-3 и Л-3/2, руководствуются метками ВМТ, нанесенными на маховике, и чертой А, нанесенной на картере (рис. 223). В двигателях В-3 на маховике имеется метка ВМТ, а на диске кожуха вентилятора — соответствующий вырез.

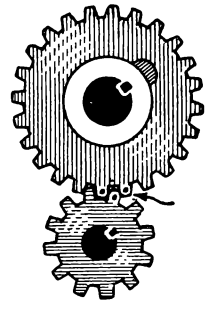


Рис. 224. Метки (керны) на распределительных шестернях для установки газораспределения

В верхнем положении метка ВМТ на маховике совпадает с метками на картере (Л-3, Л-3/2) или на кожухе вентилятора (В-3).

Чтобы проверить правильность постановки распределительного вала, поршень ставится в верхнее мертвое положение поворотом маховика до совпадения меток; в этом положении зуб с меткой на шестерне главного вала должен находиться между двумя отмеченными зубцами шестерни распределительного вала (рис. 224).

Если взаимное расположение распределительных шестерен будет неправильным, клапаны откроются не во-время и двигатель не будет работать.

Необходимо периодически проверять исправность пружин, легкость хода клапанов в направляющих втулках, зазоры между стержнями клапанов и головками регулировочных болтов, а также состояние распределительного вала — исправность кулачков, шестерен и шеек. От износа и выгорания правильность действия клапанов нарушается.

Плотность закрытия клапанов проверяется провертыванием двигателя вручную. При переходе через ВМТ наличие компрессии свидетельствует об исправности клапанов. Недостаточная компрессия является одной из основных причин неисправности работы двигателя, поэтому во время проверки следует обращать особое внимание на клапаны.

Клапаны и толкатели. Клапаны двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3 представляют собой обработанную на станках поковку из легированной стали и состоят из головки или конуса *В* и стержня или шпинделя *А* (рис. 225).

Края головки с нижней стороны обтачиваются под углом 60° на конус и образуют рабочую поверхность клапана, которая соприкасается с коническим седлом отверстий всасывающих и выхлопных каналов цилиндра. Стержень клапана пропускается через отверстие, просверленное в теле клапанной камеры, в которое вставляется втулка. Клапан герметически закрывает цилиндр двигателя давлением пружины, а также давлением газов во время сжатия и рабочего хода. Рабочая поверхность клапанов плотно притирается

к седлу. Пружина должна обеспечивать быструю посадку клапанов в седло при любом числе оборотов коленчатого вала.

Толкатели (рис. 226) представляют собой короткие стальные стержни, воспринимающие давление кулачков распределительного вала и передающие его на клапаны. Нижняя часть толкателя, выполненная в виде плоской тарелки, опирается на кулачок распределительного вала. В верхней части толкателя имеется регулировочный болт с контргайкой, дающей возможность устанавливать зазор между нижними концами клапанного стержня и регулировочным болтом толкателя.

Во время работы двигателя клапаны нагреваются, вследствие чего стержни их удлиняются. Поэтому у неработающего двигателя (когда клапан закрыт, а толкатель находится в нижнем положении) между нижним концом стержня клапана и регулировочным болтом должен быть небольшой зазор. Если такого зазора нет, удлинившийся при нагревании стержень клапана упрется в толкатель, тарелка не сможет плотно сесть в седло, клапан останется открытым; в итоге нарушится нормальная работа двигателя.

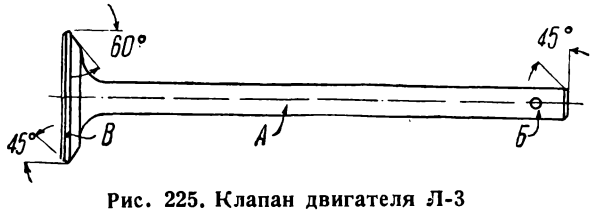


Рис. 225. Клапан двигателя Л-3
А — шпиндель; *Б* — конус; *В* — отверстие для чеки

Зазор между толкателем и стержнем всасывающего клапана не должен превышать 0,2—0,3 *мм*, а у выхлопного клапана, нагревающегося сильнее — 0,3—0,4 *мм*.

Клапанно-распределительный механизм двигателей Л-3 и Л-3 2. Распределительный вал (рис. 227) изготовляется вместе с кулачками как одно целое из углеродистой стали. Кулачки для всасывающего и выпускного клапанов имеют одинаковую величину и форму (рис. 228).

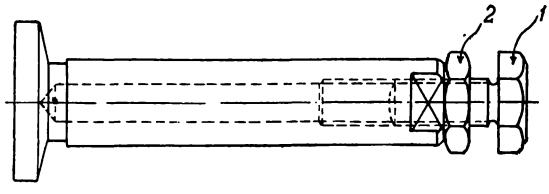


Рис. 226. Толкатель клапана
1 — регулировочный болтик; *2* — контргайка болтика

Распределительный вал вращается в двух-шариковых подшипниках, расположенных по концам, и приводится во вращение шестерней, напрессованной по середине вала. Шестерня распределительного вала сцеплена с шестерней, сидящей на коленчатом валу.

Распределительный вал с правого конца приводит во вращение регулятор, а с левого — магнето.

На нижнем конце шпинделя клапана имеется отверстие, в которое вставляется чека для поддержки опорной чашечки клапанной пружины. Несколько видоизмененная чашечка имеется на верхнем конце пружины.

Прорезь, имеющаяся сверху тарелки клапана, предназначается для притирки клапана к седлу посредством коловорота или отвертки.

Угол образующей конуса седла с осью стержня клапана равен 60°.

Всасывающий клапан изготовляется из хромистой стали; выпускной клапан — из сильхром-хромокремнистой стали, обладающей повышенной теплоустойчивостью и жароупорностью. Всасывающий

клапан имеет метку «*вс.*», выпускной — «*вып.*» или «*в.*». Во время сборки на эти метки необходимо обращать внимание и ставить клапаны на соответствующие места. Если по ошибке поставить на место выпускного клапана всасывающий, последний быстро выйдет из строя.

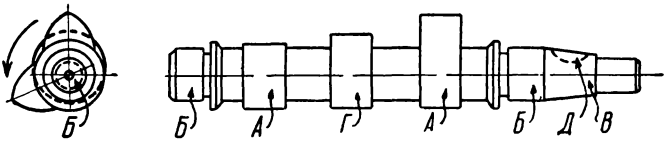


Рис. 227. Распределительный вал В-3

А,А — кулачки всасывающего и выхлопного клапанов; *Б,Б* — шейки коренных подшипников; *В* — конус шестерни; *Г* — эксцентрик масляного насоса; *Д* — шпоночная канавка

Регулировка распределения производится согласно диаграммам фаз распределения (рис. 229). Отступление от углов, указанных в диаграммах, может быть допущено до 5°.

Фазы распределения устанавливаются во время сборки двигателя при снятой крышке распределительного механизма.

Когда собранный коленчатый вал установлен в картер двигателя и на соответствующие концы его закреплены маховик и храповая шестерня, устанавливают шатун в положение верхней мертвой точки (ВМТ). После этого в люк со стороны привода магнето вставляют распределительный

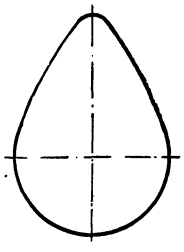


Рис. 228. Кулачок распределительного вала

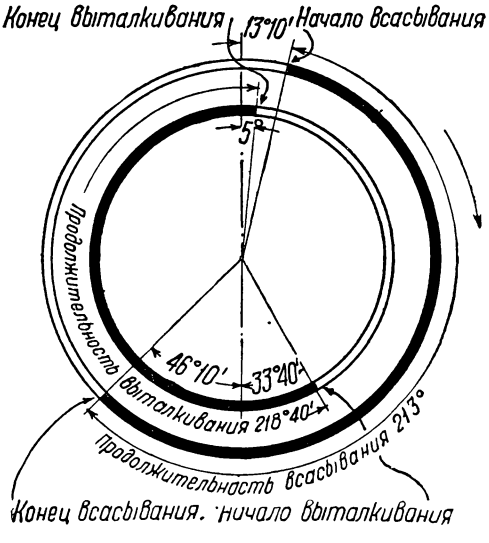


Рис. 229. Диаграмма распределения для двигателей Л-3 и Л-3/2

вал в сборе, следя через отверстия под толкателями, чтобы перед сцеплением шестерен кулачок всасывающего клапана был обращен в сторону маховика, а выхлопной — к заводной рукоятке.

Необходимо проследить, чтобы в момент зацепления шестерен кулачок всасывающего клапана соприкасался с толкателем и находился в горизонтальной плоскости, т. е. чтобы он начинал поднимать толкатель при незначительном повороте распределительного вала по ходу вращения.

После того как распределительный вал установлен на место, ставятся толкатели и цилиндр в сборе, регулируются зазоры между толкателями и клапанами.

Затем проверяется правильность установки распределения согласно диаграмме фаз распределения.

Регулировка производится следующим образом.

Открывают крышку коробки клапанных пружин и проверяют зазоры между головками болтов толкателей и стержнями клапанов. Необходимый зазор при закрытом положении клапанов должен быть, как указано выше, у выпускного клапана 0,2 *мм*, у всасывающего — 0,3 *мм*.

Каждый клапан поворотом маховика устанавливается в закрытом положении, и величина зазора промеряется металлическими пластинками (щупами). Зазор регулируется ввинчиванием или вывинчиванием болта толкателя, который затем закрепляется контргайкой.

После этого проверяется закрытие выпускного клапана. Выпускной клапан должен закрываться после двух оборотов коленчатого вала с момента открытия всасывающего клапана, когда поршень перейдет ВМТ на 12 *мм*, считая по ободу маховика.

Установка распределения осуществляется по меткам на кулачковом вале и крышке подшипника со стороны ведущей муфты магнето. При положении поршня в ВМТ и ходе всасывания риска около выточки кулачкового вала, предназначенная для стяжного болта ведущей муфты магнето, должна совпасть с меткой на крышке подшипника. Коленчатый вал поворачивают за маховик до положения поршня в ВМТ при ходе всасывания; затем ставят так кулачковый вал, чтобы риски на нем и на крышке совпали.

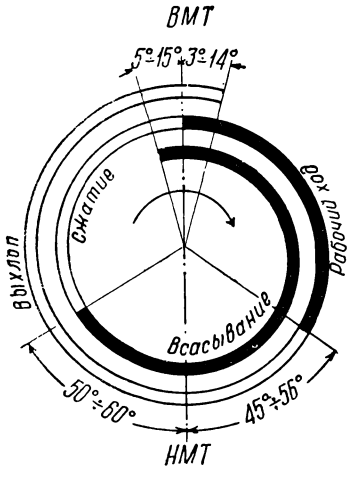


Рис. 230. Диаграмма распределения для двигателя В-3

После того как шестерни закреплены на коленчатом валу и зазоры между толкателями и клапанами соблюдены, распределение может считаться установленным.

Клапанно - распределительный механизм двигателя В-3. Распределительный вал приводится в движение шестерней, находящейся в сцеплении с ведущей шестерней коленчатого вала. Передаточное отношение шестерни 1 : 2; следовательно, при двух оборотах коленчатого вала распределительный вал совершает один оборот. На распределительном вале находятся два кулачка, которые приводят в движение два толкателя, открывающие всасывающий и выхлопной клапаны.

Клапаны закрываются силой пружин. Помимо кулачков на распределительном вале находится эксцентрик, приводящий в действие масляный насос. Клапаны, направляющие клапанов и пружины монтируются в головке цилиндра.

Для регулировки зазора между толкателем и клапаном в толкатель ввернут регулировочный болт с контргайкой, как и в двигателях Л-3 и Л-3/2. Устанавливая газораспределение, необходимо выдержать зазоры между концами стержней клапанов и головками регулировочных болтов: для

всасывающего клапана — 0,2 — 0,3 *мм*; для выхлопного клапана — 0,3 — 0,4 *мм*.

Двигатель имеет следующие фазы газораспределения (рис. 230): начало подъема всасывающего клапана 5—15° до ВМТ; закрытие всасывающего клапана 50—60° после НМТ; начало подъема выхлопного клапана 3—14° после ВМТ.

Регулируя газораспределение, установку производят на начало всасывания (следует помнить, что 2 *мм* на ободе маховика соответствуют 1° угла поворота). В верхнем положении поршня метка «*ВМТ*» на маховике должна совпадать с вырезом на диске кожуха вентилятора. Метка, нанесенная керном против зуба на стержне распределительного вала, должна совпадать с меткой впадины на шестерне коленчатого вала.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные части четырехтактного двигателя?
2. Каково назначение цилиндра двигателя?
3. Что такое рабочий цикл двигателя и как он происходит?
4. Из каких основных деталей состоит кривошипный механизм?
5. Для чего служит маховик?
6. Каково назначение поршневых колец и из чего они изготовляются?
7. Какая разница между поршнями двигателя Л-3 и Л-3/2?
8. Какая разница между верхней и нижней головками шатуна?
9. Каково назначение распределительного механизма двигателя?
10. Каково назначение клапанов и толкателей и как регулируется их работа?
11. Каково назначение диаграммы фаз распределения?

Глава 15

СИСТЕМА ПИТАНИЯ

Система питания образует рабочую смесь и подводит ее в цилиндр двигателя.

Основные приборы и детали системы питания: а) топливный бак с запасом горючего; б) карбюратор; в) топливопровод, подающий горючее из бака в карбюратор; г) сетчатый фильтр; д) всасывающая труба; е) воздухоочиститель; ж) выхлопная труба; з) глушитель.

Топливо

Бензин и получение его из нефти. Основной вид топлива для карбюраторных двигателей — бензин, получаемый из нефти.

Простейшей переработкой нефти является перегонка по частям, т. е. пробная или фракционная перегонка, в процессе которой нефть нагревают до различных температур: при 70°С выкипает легкая часть, в результате получается бензин; при 100—150°С начинает выкипать более тяжелая

фракция, в результате получается тяжелый бензин. При нагреве до 150—200°С получается лигроин, до 200—270°С — керосин.

Выходящие пары охлаждаются в специальных холодильниках, где они конденсируются, т. е. сгущаются в жидкость.

Прямой перегонкой из нефти получается бензина всего 9—10%. В целях повышения выхода бензина из нефти применяют крекинг-процесс. Мазут и другие тяжелые погоны нефти подвергают нагреву до 450—550°С при давлении до 50 атмосфер. В этих условиях тяжелые частицы нефти расщепляются на более легкие и более тяжелые; более легкие выкипают; пары отводят, конденсируют и получают продукт, весьма сходный с бензином, который называют крекинг-бензин. Крекинг-процессом можно довести выход бензина из нефти до 60%.

В целях экономии дорогого и дефицитного бензина могут применяться приспособления для двигателей внутреннего сгорания, дающие возможность работать на заменителях, а именно: а) газогенераторы, вырабатывающие газ для двигателей; топливо — древесные чурки, уголь, торф и др.; б) керосиновые приставки; топливо — лигроин и керосин, которые подогреваются в особом приспособлении отработанными газами двигателя и в виде паров поступают в двигатель (по принципу примуса).

Свойства и сорта бензина. Бензин состоит в основном из 85,4% углерода и 14,6% водорода и представляет собой легкую, хорошо испаряющуюся жидкость с низкой температурой воспламенения и высокой теплотворной способностью.

Теплотворная способность, т. е. количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 *кг* бензина, равна 10 200—10 500 большим калориям*.

Качества бензина различаются в основном по способности более или менее легко испаряться и по склонности к детонации.

Легко испаряющиеся бензины облегчают пуск холодного двигателя и более полно сгорают. У плохо испаряющихся бензинов, наоборот, наблюдается неполное сгорание, вызывающее снижение мощности двигателя, а, следовательно, повышение расхода топлива; эти бензины затрудняют пуск холодного двигателя.

Бензины прямой гонки почти бесцветны. Крекинг-бензин имеет желтоватый цвет и неприятный, едкий чесночный запах; при недостаточной очистке он нестоек и не допускает длительного хранения; со временем окисляется и выделяет трудноиспаримые смолистые вещества.

Лигроин и керосин по своим техническим свойствам являются как бы тяжелыми сортами бензина; применяются они главным образом как топливо для тракторных двигателей. Для малолитражных двигателей передвижных электростанций лигроин нельзя рекомендовать без применения специального подогревателя — керосиновой приставки.

Проверка качества бензина. Качество бензина и его пригодность к использованию определяется быстротой высыхания рук, смоченных в бензине, или фильтровальной бумаги, на которую капают бензин: если бензин быстро высохнет и на бумаге не останется жирного пятна, значит испаряемость бензина хорошая.

Резкий, неприятный чесночный запах издает бензин, в котором есть примеси; такой бензин мутноват и малопрозрачен.

Наличие воды в бензине обнаруживается при фильтровании его через замшу, которая пропускает бензин, но задерживает воду.

* Калория—единица измерения тепла. Большая калория—количество тепла, необходимое для нагревания одного литра воды на 1° С.

Правила заправки. Топливо в бак нужно наливать из чистого ведра с носиком через воронку с густой металлической сеткой. Еще лучше фильтровать топливо через замшу. Попадание посторонних частиц в бак при отсутствии надлежащей фильтрации топлива будет вызывать засорение фильтров карбюратора и топливопровода.

Запас топлива должен храниться на складе в чистой металлической таре, плотно закупоренной металлическими пробками.

Наполнение заправочных ведер должно производиться из бочек только насосом, причем ведро должно стоять на чистой, сухой подстилке.

Производя заправку, следует помнить, что бензин легко воспламеняется и поэтому огнеопасен. Для бензиновой тары (баков и бочек) взрывная опасность возникает тогда, когда они опорожнены.

Попадая на кожу рук, бензин сушит кожу и в случае длительного воздействия вызывает образование нарывов.

Будучи хорошим растворителем, бензин портит краску, вследствие чего надо избегать попадания бензина на окрашенные места двигателя, генератора или аппаратуры.

Карбюрация

Горение топлива. Горение топлива в цилиндре двигателя представляет собой химическое соединение вещества с кислородом, заимствуемым из воздуха. Для полного сгорания 1 *кг* бензина, состоящего в основном из углерода (85,4%) и водорода (14,6%), требуется теоретически около 15 *кг* воздуха.

В случае полного сгорания весь углерод топлива, соединяясь с кислородом воздуха, превращается в углекислый газ, а весь водород — в водяные пары. При недостатке кислорода сгорает не весь углерод: часть его окисляется не полностью, а часть может остаться совсем не окислившейся. Не полностью окислившийся углерод представляет собой ядовитый газ — окись углерода (угарный газ), выходящий при выхлопе в атмосферу. Неокислившаяся часть углерода выпадает в виде копоти и оседает как нагар на стенках камеры сгорания, днище поршня и клапанах.

Для увеличения скорости сгорания в цилиндре двигателя бензин предварительно распыляется и испаряется: в цилиндр вводится р а б о ч а я с м е с ь, состоящая из паров бензина и воздуха.

Процесс приготовления рабочей смеси из жидкого топлива и воздуха вне цилиндра двигателя называется к а р б ю р а ц и е й, а прибор, служащий для этой цели, — к а р б ю р а т о р о м.

При нормальном сгорании рабочей смеси от электрической искры воспламеняются близлежащие слои смеси, затем горение передается следующим слоям и т. д. В этом случае волна горения распространяется со скоростью, не превышающей 20—23 *м/сек.*, с плавным, хотя и очень быстрым повышением давления в цилиндре.

Однако при некоторых условиях скорость распространения волны горения может доходить до 1000—2000 *м/сек.*, с резким и почти мгновенным повышением давления, в несколько раз превышающим нормальное. Такое явление называется д е т о н а ц и е й.

Возникающая при детонации ударная взрывная волна газов, действуя на стенки цилиндра и днище поршня, вызывает перегрузку деталей кривошипного механизма, быстрый износ подшипников и поршневого пальца (в отдельных случаях возможно даже разрушение днища поршня). Детонация сопровождается резкими металлическими стуками в двигателе и его пере-

гревом, появлением в выхлопных газах сажи и падением мощности и экономичности двигателя.

Появлению детонации способствуют главным образом: а) склонность топлива к детонации, зависящая от его химических и физических свойств; она характеризуется условным, так называемым октановым числом. Чем выше октановое число топлива, тем меньше его склонность к детонации (обычно колеблется от 40 до 75); б) повышенное давление сжатия рабочей смеси; в) высокая температура головки цилиндра, днища поршня, клапанов, свечи; г) нагара.

Состав рабочей смеси. В рабочей смеси топливо должно быть смешано с воздухом в определенных пропорциях.

В зависимости от соотношения бензина и воздуха рабочая смесь бывает нормальной, обогащенной, богатой, обедненной и бедной.

В нормальной рабочей смеси весовое содержание бензина и воздуха соответствует средней теоретической норме 1 : 15. В обогащенной рабочей смеси воздуха содержится на 15% меньше, чем в нормальной смеси; если же недостаток воздуха превысит 15%, смесь называют богатой. В обедненной рабочей смеси избыток воздуха против нормы не превышает 15%; при избытке воздуха более 15% смесь называют бедной.

Иначе говоря, на 1 *кг* бензина приходится воздуха: в нормальной смеси — 15 *кг*, в обедненной — до 17,25 *кг*, в бедной — более 17,25 *кг*, в обогащенной — от 12,75 до 15 *кг*, в богатой — менее 12,75 *кг*.

Состав рабочей смеси оказывает большое влияние на мощность и экономичность двигателя.

Наибольшую мощность двигатель развивает на обогащенной смеси, обладающей наибольшей скоростью сгорания, вследствие чего сгорание происходит в малом объеме при наибольшем давлении газов на поршень. При богатой смеси (недостаток воздуха, превышающий 15%) мощность двигателя падает, а расход топлива резко возрастает, так как скорость сгорания рабочей смеси уменьшается и значительная часть ее не сгорает в цилиндре из-за недостатка воздуха.

Наименьший расход топлива двигатель дает на обедненной рабочей смеси, так как некоторый избыток воздуха (до 10—15%) обеспечивает наиболее полное сгорание топлива в цилиндре.

Двигатель, работающий с малой нагрузкой, будет расходовать всего меньше топлива при недостатке воздуха против нормы на 5—10%, т. е. на несколько обогащенной смеси.

Работа двигателя на бедной смеси (избыток воздуха более 15%) невыгодна из-за значительной потери мощности, уменьшения скорости и падения температуры сгорания смеси, а также вследствие снижения количества тепла, приходящегося на каждую весовую единицу рабочей смеси.

Элементарный пульверизационный карбюратор. Элементарный пульверизационный карбюратор (рис. 231) состоит из поплавковой камеры *1* и смесительной камеры. В последней находится жиклер *7*, диффузор *11* и дроссельная заслонка *9*. В поплавковой камере *1* помещается пустотелый латунный поплавок *2*, шарнирно скрепленный рычажком с камерой в точке подвеса *3*. Над рычажком расположена стальная запорная игла *4*, верхняя часть которой заточена на конус и входит в седло, перекрывая топливный канал. Поплавковая камера сообщается с атмосферой через отверстие *5* в крышке.

Если топливо в поплавковой камере отсутствует, поплавок опускается на дно, а верхний конец запорной иглы отходит от своего седла. Если открыть краник, перекрывающий трубопровод *6* между баком и карбюратором,

поплавковая камера начнет заполняться топливом. Как только поплавок достигнет известной высоты подъема, рычажок заставляет запорную иглу *4* плотно сесть своим коническим концом в седло и прекратить доступ топлива. Если уровень топлива в камере понижен, поплавок и запорная игла вновь опустятся, открывая доступ топливу.

С поплавковой камерой посредством канала соединяется ж и к л е р *7* — калиброванное отверстие, выполненное в латунной трубке (жиклером называют не только самое калиброванное отверстие, но и трубку или пробку, в которых оно выполнено). Уровень топлива в жиклере находится на одинаковой высоте с уровнем топлива в поплавковой камере; вес поплавка подбирается так, чтобы топливо находилось на 1,5 — 2 *мм* ниже устья жиклера при неработающем двигателе.

Назначение поплавковой камеры — поддерживать постоянный уровень топлива в жиклерах и их распылителях и обеспечить одинаковый напор

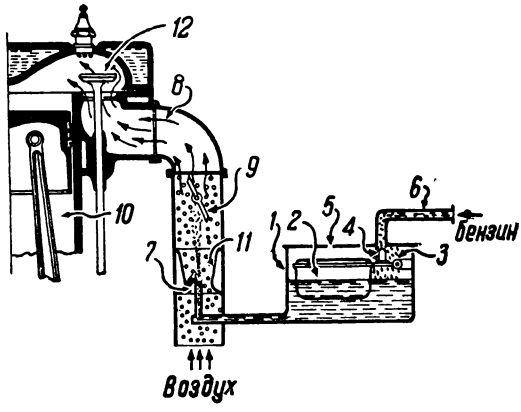


Рис. 231. Элементарный пульверизационный карбюратор

1 — поплавковая камера; *2* — поплавок; *3* — точка шарнирного подвеса поплавка; *4* — запорная игла; *5* — отверстие в крышке для сообщения с атмосферой; *6* — трубопровод, соединяющий топливный бак с карбюратором; *7* — жиклер; *8* — всасывающая труба двигателя; *9* — дроссель; *10* — цилиндр двигателя; *11* — диффузор; *12* — всасывающий клапан

топлива, подтекающего к жиклеру, независимо от количества топлива в баке; жиклер нужен для точной дозировки количества топлива, поступающего в смесительную камеру.

В смесительной камере происходит смешение топлива и воздуха. Нижняя ее часть имеет открытый патрубок для притока воздуха, а верхняя часть снабжена фланцем, который привертывается болтами к всасывающей трубе *8* двигателя.

В верхней части смесительной камеры находится дроссель *9*, открывая или прикрывая который изменяют количество рабочей смеси, поступающей в цилиндр *10*.

В средней своей части, против устья жиклера, смесительная камера сужена и имеет плавное расширение кверху. Эта наиболее узкая часть камеры называется д и ф ф у з о р о м *11*, служащим для увеличения скорости воздушного потока, проходящего около жиклера. По мере увеличения скорости прохождения воздуха в диффузоре возрастает разрежение над жиклером, вызывающее истечение из него топлива. Воздушный поток улучшает также распыление и последующее испарение топлива.

Во время всасывания в цилиндре двигателя создается разрежение, распространяющееся через открытый всасывающий клапан *12* на всасывающую трубу и смесительную камеру. Вследствие разности давлений воздуха в смесительной камере и вне ее в открытый патрубок смесительной камеры устремляется атмосферный воздух. При прохождении через диффузор

воздушный поток имеет наибольшую скорость, поэтому давление здесь особенно сильно понижается.

Следовательно, при всасывании топливо находится в различных условиях; в поплавковой камере оно испытывает атмосферное давление, тогда как в жиклере — давление пониженное. Эта разность давлений заставляет топливо подниматься и вытекать из жиклера тонкой струей. Воздушный поток разрывает вытекающую из жиклера сплошную струю топлива на крупные капли, которые по мере движения в диффузоре размельчаются. Некоторое завихрение воздуха в диффузоре способствует дальнейшему распылению топлива на мельчайшие частицы и хорошему перемешиванию их с воздухом.

При интенсивном распылении общая поверхность соприкосновения топлива с воздухом сильно увеличивается, так как каждая капелька со всех сторон окружена воздухом. Вследствие этого топливо в карбюраторе испаряется быстрее и, смешиваясь с воздухом, образует рабочую смесь. Но так как все распыленное топливо не успевает полностью испариться в карбюраторе, процесс испарения частично продолжается во всасывающей трубе и в цилиндре двигателя.

Из смесительной камеры рабочая смесь через всасывающую трубу и открытый клапан засасывается в цилиндр двигателя.

Качество рабочей смеси, образующейся в карбюраторе (т. е. соотношение топлива и воздуха), зависит от количества топлива и воздуха, проходящих через проходные сечения жиклера и диффузора в единицу времени. В свою очередь скорости истечения топлива и воздушного потока зависят от величины разрежения в диффузоре, определяемые числом оборотов вала двигателя и режимом его работы (нагрузкой).

При неизменной степени открытия дросселя обороты вала двигателя увеличатся за счет уменьшения его нагрузки; поэтому разрежение и скорость в диффузоре будут возрастать, как и в случае, если увеличить степень открытия дросселя, оставив неизменным число оборотов вала двигателя.

Карбюратор Солекс-2. Рабочая смесь у двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3 образуется в карбюраторе Солекс-2 горизонтального типа (рис. 232), который своим фланцем крепится к всасывающей камере двигателя. Бензин из бака, расположенного несколько выше карбюратора, поступает в карбюратор самотеком по бензопроводу.

Схема устройства карбюратора Солекс-2 приведена на рис. 233.

Топливо из бака подводится по трубке к приемному отверстию карбюратора, проходит через фильтр, игольчатый клапан *3* и заполняет поплавковую камеру *1*. Из поплавковой камеры по каналу топливо поступает к главному жиклеру *4*, состоящему из трубки со строго калиброванным отверстием внизу и двумя боковыми отверстиями большего диаметра.

Главный жиклер помещен в колодце так, что топливо, наполняя главный жиклер, заполняет и колодец. Главный жиклер прикрыт навинчивающимся колпачком, имеющим внизу отверстия. Через эти отверстия колодец сообщается с атмосферой.

Из канала по сверлению топливо подается к пусковому жиклеру *5* (жиклер холостого хода). При пуске двигателя воздушная заслонка *8* прикрыта. Перед дросселем создается разрежение, которое передается в канал.

Благодаря разрежению, созданному в канале, из жиклера начнет фонтанировать топливо, будучи подхвачено потоком воздуха, который поступает через отверстие и регулируется иглой.

Образовавшаяся эмульсия (т. е. взвешенные в воздухе распыленные частички бензина) начнет поступать из канала за дроссель. Здесь она под-

хватывается воздухом, проходящим через щель между дроссельной заслонкой *7* и стенкой корпуса смесителя камеры.

Полученная таким образом смесь бензина с воздухом обеспечит пуск двигателя. Работа карбюратора при холостом ходе на малых оборотах двигателя протекает таким же образом, как и при пуске, но с открытой воздушной заслонкой.

По мере открытия дросселя возрастает разрежение в диффузоре и вступает в работу главный жиклер *4*. Топливо начинает фонтанировать через верхнее отверстие главного жиклера, причем уровень бензина в колодце начнет понижаться до высоты отверстий. Тогда воздух, поступающий в

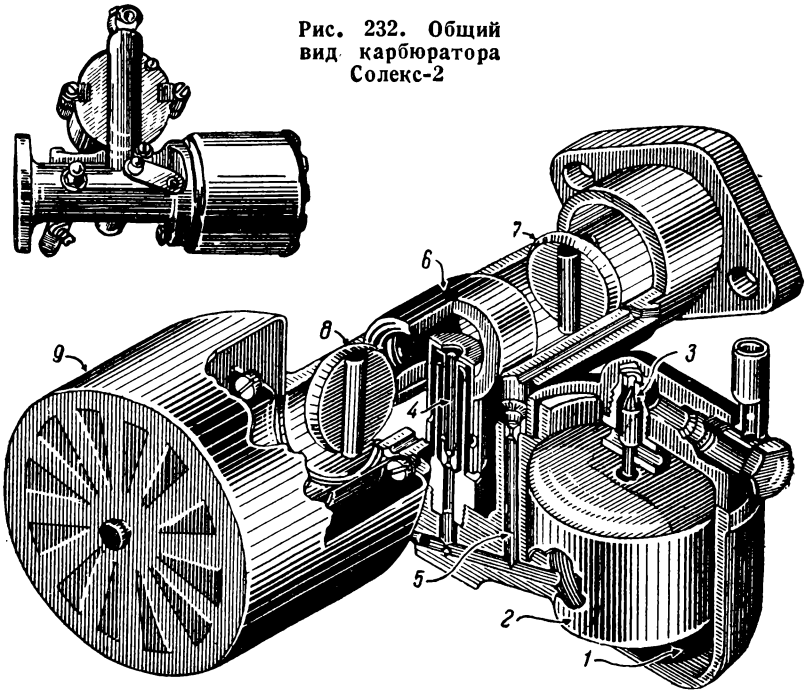


Рис. 232. Общий вид карбюратора Солекс-2

Рис. 233. Схема устройства карбюратора Солекс-2

1 — поплавковая камера; *2* — поплавок; *3* — игольчатый клапан; *4* — главный жиклер; *5* — жиклер пусковый или жиклер холостого хода; *6* — диффузор; *7* — дроссельная заслонка; *8* — воздушная заслонка; *9* — воздухоочиститель

колпачок главного жиклера, понижает разрежение над жиклером *4*; тем самым смесь обедняется. Кроме того, воздух, входящий в главный жиклер, способствует образованию эмульсии, тормозит истечение топлива и, следовательно, улучшает его распыливание.

В случае резкого открытия дросселя смесь обогащается за счет резерва топлива, находящегося в колодце: под действием атмосферного давления топливо устремится через верхнее отверстие жиклера, и смесь обогатится.

Корпус карбюратора состоит из двух частей, отлитых из чугуна и соединенных вместе двумя винтами, проходящими через крышку поплавковой камеры. Нижняя часть карбюратора, являющаяся поплавковой камерой, имеет вверху два ушка для соединительных винтов, а сбоку—приливы для установки главного и пускового жиклеров.

В нижней части поплавковой камеры имеется отверстие для прохода топлива к жиклерам. Внутри поплавковой камеры помещен свободно плавающий латунный поплавок *2*; его назначение — поддерживать постоянный уровень топлива в карбюраторе.

Верхняя часть карбюратора состоит из крышки поплавковой камеры и смесительной камеры. На крышке поплавковой камеры имеется прилив с отверстием и резьбой для крепления бензопровода; рядом расположены стержень-утопитель поплавка и отверстие, соединяющее поплавковую камеру с атмосферой; с внутренней стороны в крышку ввернут специальный штуцер с отверстиями для прохода топлива к игольчатому клапану.

Смесительная камера имеет по концам фланцы: с одной стороны — для крепления карбюратора к всасывающей трубе, а с другой — для крепления воздухоочистителя 9 к карбюратору.

Во внутренней полости смесительной камеры со стороны воздухоочистителя установлена воздушная заслонка *8*, прекращающая при заводке двигателя доступ воздуха в камеру для обогащения смеси. Заслонка имеет ограничитель поворота на своей оси — пружину с замком, фиксирующую требуемое положение заслонки. За заслонкой установлен диффузор, ускоряющий прохождение воздуха над главным жиклером.

Корпус главного жиклера ввернут в прилив нижней части карбюратора. В нем находится главный жиклер *4*, закрепленный навернутым на корпус колпачком. Рядом с отверстием для главного жиклера с наружной стороны смесительной камеры расположено отверстие для пускового жиклера *5* и маленькое отверстие для прохода воздуха, регулируемое болтом.

Во внутреннюю часть смесительной камеры выходит отверстие канала пускового жиклера. За диффузором расположена дроссельная заслонка *7*, регулирующая количество рабочей смеси. На оси заслонки в нижней части установлен сектор с поводком и установочными винтами, служащими для фиксирования полного открытия дросселя.

Воздухоочиститель, всасывающая и выхлопная трубы и глушитель

Воздухоочиститель. Через карбюратор в цилиндр работающего двигателя вместе с воздухом засасываются частицы пыли. Попадая в цилиндр и смешиваясь с маслом, пыль вызывает преждевременный износ деталей. В целях уменьшения износа карбюратор снабжается воздухоочистителем.

Работа воздухоочистителя основана на завихрении струи всасываемого воздуха: проходя через крышку воздухоочистителя, воздух встречает на своем пути наклонно поставленные ребра крышки, вследствие чего образуется завихрение. От развивающейся центробежной силы частицы пыли, как более тяжелые, отбрасываются к боковым стенкам воздухоочистителя, а воздух, освобожденный от пыли, проходит далее — к карбюратору.

Для удаления пыли из воздухоочистителя в нем сделана щель. Закрепляя воздухоочиститель на карбюраторе, необходимо следить за тем, чтобы эта щель всегда была расположена книзу.

Воздухоочиститель не только очищает от пыли засасываемый воздух, но и улучшает работу двигателя благодаря распыливанию топлива завихренным воздухом.

Всасывающая и выхлопная трубы. Всасывающая труба соединяет карбюратор с всасывающим отверстием цилиндра и служит для подвода рабочей смеси. Выхлопная труба соединяет выхлопное отверстие цилиндра с глушителем. Через выхлопную трубу из цилиндра удаляются продукты сгорания.

Всасывающая и выхлопная трубы отливаются из чугуна и крепятся к цилиндру шпильками с гайками. Для герметичности соединений под фланцы труб ставятся металло-асбестовые прокладки.

Глушитель. Так как продукты сгорания выходят из цилиндра под значительным давлением и с большой скоростью, они вызывают колебания воздуха и производят значительный шум.

Заглушение шума в двигателях передвижных электростанций, питающих киноустановки, имеет весьма существенное значение. В этих целях на выхлопной трубе двигателя помещается глушитель.

Действие глушителя состоит в том, что отработанные газы пропускаются через несколько перегородок с отверстиями, вследствие чего движение газов тормозится и из выхлопной трубы они вылетают с меньшей скоростью; в результате шум уменьшается.

Устройство глушителей Л-3 и Л-3/2 показано на рис. 234 и 235.

Глушитель старого выпуска состоит из вставленных один в другой штампованных цилиндров, образующих ряд камер (рис. 234). Для очистки глушитель разбирается. Глушитель нового выпуска представляет собой сварную коробку (рис. 235)

Глушитель двигателя В-3 состоит из железного штампованного корпуса, собранного из двух чашек, внутри которых помещается два штампованных конуса с отверстиями.

Время от времени глушитель необходимо очищать от сажи, чтобы не допустить уменьшения проходных отверстий в донышках чашек. Засорение отверстий создает повышенное сопротивление истечению выпускных газов, вызывающее падение мощности двигателя и закипание воды в радиаторе.

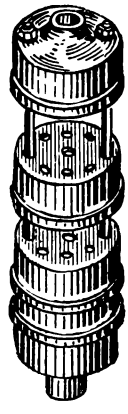


Рис. 234 Глушитель Л-3 и Л-3/2 старого выпуска

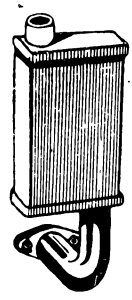


Рис. 235 Глушитель Л-3/2 нового выпуска

Для очистки глушитель необходимо разобрать, отвернув с одного конца гайки стяжных шпилек, и вынуть шпильки из корпуса глушителя. После этого разнимают чашки и щеткой промывают их керосином (таким же способом очищаются выхлопные и всасывающие каналы в цилиндре двигателя, а также выпускное колено).

При установке выхлопных труб нужно иметь в виду, что чем длиннее труба и меньше ее диаметр, тем больше теряется мощность двигателя (в некоторых случаях возможен даже его перегрев). Если выпускная труба направлена вверх и выводится наружу, то на конце ее должен быть сделан грибок, а внизу — колено. В нижней точке колена должен быть краник или пробка для спуска могущей скопиться воды с целью предупредить попадание ее под выпускной клапан. При проходе выпускной трубы через деревянную стену необходимо обеспечить тепловую изоляцию трубы во избежание пожара.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие приборы и детали относятся к системе питания?
2. Каким простейшим способом можно проверить качество бензина?
3. Что такое рабочая смесь?
4. Каково назначение карбюратора и принцип его действия?

5. Для чего служит жиклер?
6. Как устроен воздухоочиститель и для чего он служит?
7. Для чего служит глушитель?
8. Как устроен карбюратор Солекс-2?
9. Каким образом в цилиндр двигателя поступает рабочая смесь?

Глава 16

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Магнето

Горючая смесь в цилиндре бензинового двигателя воспламеняется электрической искрой, проскакивающей между электродами свечи.

Источником электрического тока в двигателе внутреннего сгорания служит магнето высокого напряжения, действие которого основано на индукции тока. Известно, что при вращении замкнутого проводника в магнитном поле в проводнике индуктируется электрический ток. Чтобы пробить слой рабочей смеси в 0,4—0,5 *мм* (зазор между электродами свечи), требуется напряжение электрического тока 5 000—10 000 вольт. Поэтому ток низкого напряжения, возбуждаемый в обмотке магнето, преобразовывается в ток высокого напряжения.

Упрощенная схема получения индуктированного электрического тока высокого напряжения приведена на рис. 236.

На сердечник якоря магнето *1* намотаны две обмотки — первичная *2*, толстая и короткая и вторичная *3* — намотанная поверх первичной, более тонкого сечения и состоящая из нескольких десятков тысяч витков. Вместе с якорем вращается кулачковая шайба *4* прерывателя *5*, размыкающая в нужный момент электрический ток для получения искры. Внутренний конец первичной обмотки, изолированный от корпуса, соединен с контактом прерывателя и через него с другим контактом. Второй конец первичной обмотки замыкается на корпус (на массу машины) *6*.

Вторичная обмотка одним концом соединена с коллектором 7, а другим концом — с первичной обмоткой (рис. 237).

При вращении якоря его обмотка пересекает магнитные силовые линии, образующиеся от постоянных магнитов *7* (рис. 236), вследствие чего в обмотке индуктируется электрический ток.

В первичной обмотке ток будет возникать только в те моменты, когда контакты прерывателя будут соединены. В момент их размыкания ток в первичной обмотке прервется, и магнитные силовые линии, возбужденные первичной обмоткой, будут исчезать и пересекать вторичную обмотку. Вследствие этого возникает ток большого напряжения, способный давать искру между электродами запальной свечи *8*, достаточную для прохождения через слой рабочей смеси и воспламенения ее в цилиндре.

В магнето ток первичной обмотки (см. рис. 237) поступает через центральный болт прерывателя *4* к наковальне *5*, отсюда через контакты — к молоточку *6*; через молоточек и корпус магнето ток возвращается в первичную обмотку.

Ток вторичной обмотки высокого напряжения идет к контакту коллектора 7, отсюда — в контактную щетку 8, затем по проводу — к электроду свечи 9. Преодолевая искровый промежуток между электродами свечи, ток дает искру, воспламеняет рабочую смесь и по боковому электро-

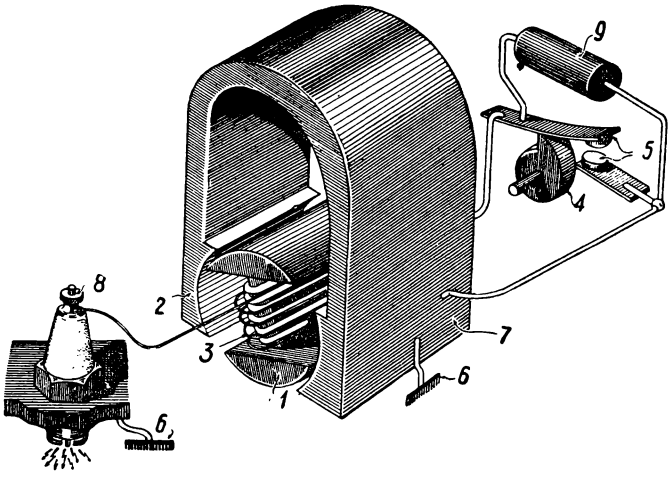


Рис. 236. Схема зажигания одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания

1—якорь магнето; *2*—первичная обмотка; *3*—вторичная обмотка; *4*—кулачковая шайба; *5*—прерыватель; *6* — замыкание на корпус; *7* — постоянный магнит; *8* — запальная свеча; *9* — конденсатор

ду — через корпус двигателя, магнето и первичную обмотку — возвращается в противоположный конец вторичной обмотки, замыкая таким образом цепь высокого напряжения.

Для уменьшения искрообразования на контактах прерывателя в момент разрыва контактов и предохранения их от чрезмерного обгорания параллельно с прерывателем включен конденсатор *10*, посредством которого увеличивается продолжительность искрообразования на электродах свечи, так как конденсатор отдает часть энергии, накопленной в момент разрыва контактов.

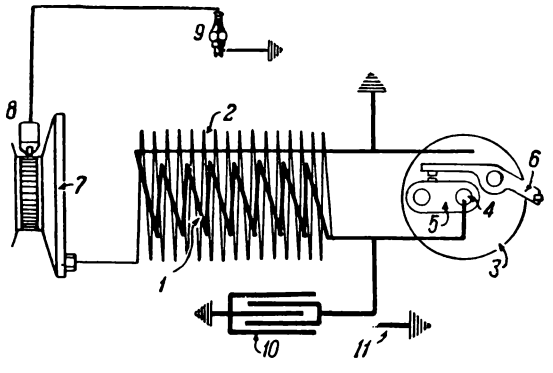


Рис. 237. Схема магнето

1 — первичная обмотка; *2* — вторичная обмотка; *3* — прерыватель; *4* — центральный болт; *5* — наковальня; *6* — молоточек; *7* — коллектор; *8* — щетка-токоприемник; *9* — запальная свеча; *10* — конденсатор; *11* — контактная кнопка

В случае обрыва провода высокого напряжения между магнето и двигателем или в результате замасливания контактов свечи может создаться большое сопротивление вторичной цепи. Для предотвращения пробоя обмотки в конструкции токоприемника предусмотрен искровой разрядник. Если напряжение чрезмерно увеличилось, искра проскакивает в искровом предохранителе и предотвращает пробой обмоток магнето.

Основные детали магнето (рис. 238): корпус магнето с крышкой, магнит, якорь, прерыватель с обичайкой, конденсатор, коллектор, токоприемник.

Корпус магнето. Корпус магнето алюминиевый с залитыми в него башмаками — полюсными наконечниками магнита. Башмак состоит из соеди-

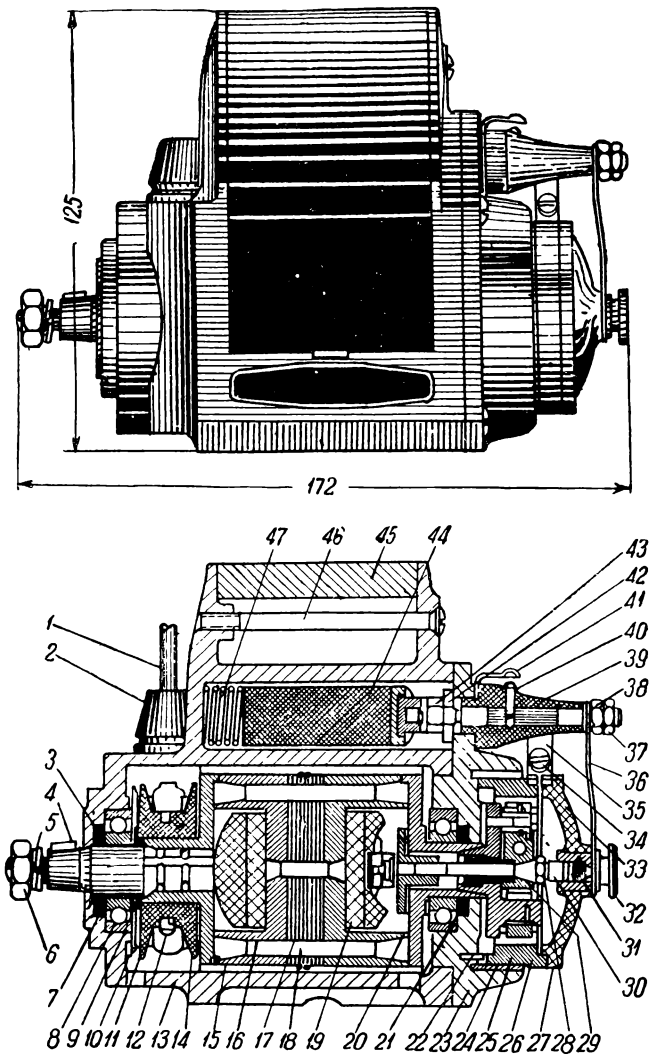


Рис. 238. Общий вид и продольный разрез магнето

1 — провод, соединяющий магнето со свечой; *2* — токоприемник; *3* — сальник; *4* — шпонка Вудруфа; *5* — шайба Гровера; *6* — гайка; *7* — капсюль фильца; *8* — шарикоподшипник; *9* — шайба якоря; *10* — отражательная шайба; *11* — крышка якоря; *12* — полукольцо коллектора; *13* — корпус; *14* — коллектор; *15* — заклепка якоря боковая; *16* — прокладка якоря; *17* — сердечник якоря; *18* — заклепка якоря центральная; *19* — обмотка первичная; *20* — крышка якоря; *21* — втулка центрального болта; *22* — штифт ограничительный; *23* — крышка корпуса; *24* — кольцо крышки; *25* — обичайка прерывателя; *26* — фильц обичайки; *27* — крышка прерывателя; *28* — центральный болт; *29* — прерыватель; *30* — уголек; *31* — пружина уголька; *32* — барашек; *33* — хомутик обичайки; *34* — стяжной болт; *35* — рукоятка хомутика; *36* — пружина к крышке; *37* — контргайка; *38* — гайка; *39* — стойка конденсатора; *40* — выключатель; *41* — контакт выключателя; *42* — шайба изоляционная; *43* — гайка; *44* — конденсатор; *45* — магнит; *46* — стяжной болт; *47* — пружина конденсатора

ненных вместе пластин трансформаторной стали и двух боковин. На башмаки корпуса плотно насаживается подковообразный магнит *45* (рис. 238). Корпус со стороны привода имеет одно отверстие для установки токоприемника *2*. Со стороны прерывателя корпус заканчивается крышкой *23*. Для предохранения от попадания в магнето влаги и масла в корпусе и в крышке корпуса имеется два сальника *3*. В верхней части корпуса со сто-

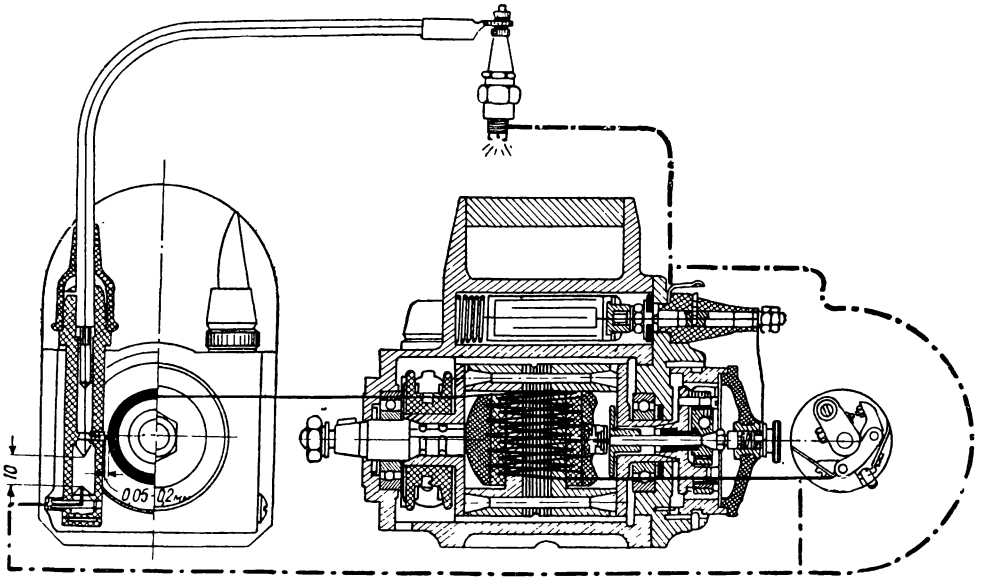


Рис. 239. Схема прохождения электрического тока в магнето СК-В

роны крышки имеется отверстие для установки конденсатора *44*. Внизу корпуса просверлены два отверстия: для стока масла и для вентиляции внутренней части магнето.

Схема прохождения электрического тока в магнето СК-В показана на рис. 239.

Якорь (рис. 240). Якорь — подвижная часть магнето, вращающийся между полюсными наконечниками магнита на шариковых подшипниках *8* (рис. 238).

Сердечник якоря *17* состоит из пластин трансформаторной стали, зажатых между двумя боковинами и стянутых заклепками *18*. На сердечник намотаны две обмотки: первичная и вторичная. Конец первичной обмотки соединен на корпус через крышку якоря. Начало первичной обмотки выведено на контактную пластинку, прикрепленную к крышке якоря, но изолированную от нее. Контактная пластинка крепится центральным болтом прерывателя *28*, также изолированным от корпуса.

Якорь приводится во вращение стальным валиком, запрессованным в крышку со стороны коллектора и заканчивающимся конусом со шпоночной канавкой и резьбой для установки муфты привода магнето.

На полуоси якоря напрессованы обоймы шариковых подшипников. Обойма со стороны привода прижимает к крышке якоря коллектор и шайбы — отражательную *10* и разгрузочную *9*. Для установления требуе-

мого осевого разбега якоря между обоймой и крышкой со стороны прерывателя установлены регулировочные шайбы. Разгрузочная шайба — упругая и предохраняет коллектор от резких нагрузок в процессе монтажа и во время работы.

Прерыватель (рис. 241). Прерыватель вместе с обичайкой *25* (рис. 238) находится в крышке *23* корпуса и приводится во вращение от якоря. Прерыватель крепится центральным болтом к контактной пластинке на крышке якоря.

На прерывателе установлены неподвижная изолированная от корпуса наковальня и молоточек, соединенный с корпусом прерывателя. Наковальня

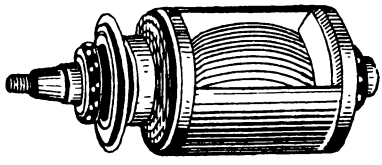


Рис. 240. Якорь магнето

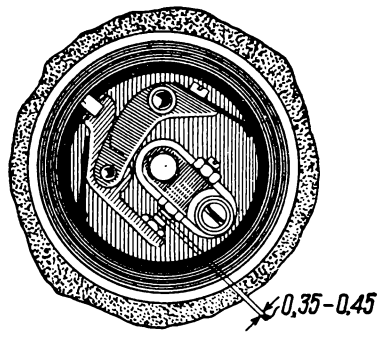


Рис. 241. Прерыватель магнето

соединена центральным болтом с контактной пластинкой, к которой подведено начало первичной обмотки. Молоточек прижимается к наковальне пружиной прерывателя.

Контакт между молоточком и наковальней осуществляется контактными болтами, на которых в целях уменьшения обгорания напаяны платиновые или вольфрамовые контакты. На пятке молоточка имеется фибровый боёк, скользящий по внутренней поверхности обичайки. Внутри обичайки имеются два выступа. При вращении прерывателя молоточек, набегая фибровым бойком на неподвижный выступ в обичайке, преодолевает сопротивление пружины прерывателя и, поворачиваясь вокруг своей оси, разрывает контакт между контактными болтами прерывателя.

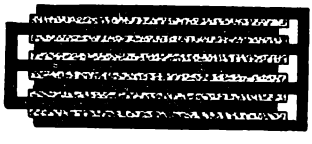


Рис. 242. Конденсатор

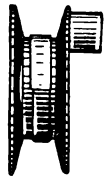


Рис. 243 Коллектор

Зазор между контактами прерывателя регулируется вывертыванием или завертыванием контактного болта на наковальне. Самопроизвольное проворачивание контактного болта предотвращается имеющейся на нем контргайкой, которая должна быть затянута, и шлиц на конце болта слегка разведен.

Конденсатор (рис. 242). Конденсатор типа ГАЗ устанавливается в специальное отверстие в корпусе магнето. Контакт одной обкладки конденсатора с массой обеспечивается пружиной *47* (см. рис. 238). Изолированная от корпуса вторая обкладка конденсатора соединена со стойкой *39* через контактную пружину *36* с центральным болтом прерывателя. Специальная угольная щетка *30* в крышке *27* прерывателя обеспечивает постоянный контакт между конденсатором и прерывателем. На стойке конденсатора пре-

дусмотрен контакт *41* выключателя, нажимая на который, замыкают накоротко первичную цепь и тем самым выключают зажигание.

Коллектор (рис. 243). Ток высокого напряжения передается от вторичной обмотки к токоприемнику металлическим полукольцом в коллекторе *14* (рис. 238). Коллектор изготовлен из пластмассы и насаживается на валик крышки якоря. Для предотвращения попадания смазки перед коллектором установлена отражательная шайба.

В корпус коллектора заделано металлическое полукольцо *12*, соединенное с концом вторичной обмотки; через полукольцо ток высокого напряжения передается на металлическую щетку токоприемника.

Система смазки магнето. В целях уменьшения трения деталей трущиеся части магнето смазываются. Шариковые подшипники во время сборки смазываются специальной пастой (кристалином). В проточке обичайки для обеспечения смазки фибрового бойка положен войлочный фитиль, пропитанный костяным маслом.

Для предохранения от ржавления корпус и якорь магнето перед монтажом слегка смазываются жиром. Для выхода смазки на поверхность обичайки в ней просверлено отверстие. Ось молоточка слегка смазывается во время сборки техническим вазелином.

Осмотр магнето

Перед запуском двигателя необходимо производить наружный осмотр магнето, проверять надежность креплений, удалить с магнето грязь, влагу и масло.

Прерыватель следует осматривать через каждые 40—50 часов работы, для чего отводят контактную пружину и снимают крышку обичайки, следя за тем, чтобы не выпала угольная щетка; поверхность контактов должна быть чистой; зазор при размыкании контактов должен быть выдержан в пределах 0,35—0,45 *мм*.

Осмотр прерывателя необходим также во всех случаях наличия перебоев в работе зажигания. Если на контактах прерывателя образовался нагар, его необходимо очень осторожно почистить тонким бархатным напильником, строго соблюдая параллельность рабочих поверхностей контактов. Однако следует помнить, что от частого применения напильника контакты прерывателя преждевременно изнашиваются. В условиях нормальной эксплоатации необходимость пользоваться напильником возникает не раньше, чем через 200—250 часов работы магнето.

Проверяя надежность крепления прерывателя, необходимо обращать внимание, чтобы центральный болт прерывателя и винт, крепящий наковальню, были плотно затянуты, а молоточек легко проворачивался на своей оси.

Устанавливая крышку обичайки, проверить надежность контакта между угольной щеткой, находящейся на крышке, и центральным болтом прерывателя. Угольная щетка должна пружинить, не заедать и не выпадать из своего гнезда. Для предохранения от выпадения угольной щетки последний виток пружинки несколько разводят. Наружная контактная пружина стойки конденсатора, придерживающая крышку обичайки, должна плотно прилегать к гнезду контактной пружины снаружи и в центре крышки. Плохое прилегание уголька или пружины может вывести конденсатор из действия, что вызовет затруднение при пуске и сильное выгорание контактов прерывателя вследствие искрения.

Уход за магнето

Основное требование, предъявляемое к уходу за магнето, — содержание его в чистоте. Ежедневно магнето нужно вытирать чистой тряпкой, слегка смоченной бензином. Пыль и грязь не должны попадать внутрь механизма магнето и не покрывать его сверху.

Следует защищать магнето от влаги, а также избегать резких перемен температуры, перенося его из холодного помещения в теплое. Если детали магнето «запотели», происходит утечка тока на корпус и получается поверхностный разряд по изоляции, что затрудняет пуск двигателя и ухудшает работу зажигания. Влага на деталях магнето может также вызвать их ржавление, заедание якоря и отказ в работе зажигания.

Через каждые 100 часов работы магнето — вынуть обичайку, очистить ее от угольной пыли и излишней смазки и пропитать фитиль, уложенный в наружный канал обичайки, костяным маслом.

В эксплоатационных условиях тщательно следить за тем, чтобы магнето не подвергалось забрызгиванию бензином и маслом, разъедающими изоляцию и приводящими магнето в негодность. Кроме того, смазка, попадая в прерыватель между угольной щеткой и центральным болтом, может вызвать ухудшение контакта между конденсатором и прерывателем, что повлечет за собой затруднение пуска, искрение на контактах и их обгорание.

В случае попадания смазки на контакты прерывателя электрический контакт между ними нарушается.

Разборка магнето

Разборка магнето производится для осмотра и очистки деталей от пыли и грязи, а также для ремонта и замены изношенных деталей. Обычно для осмотра прерывателя и регулировки зазора между контактами, для осмотра токоприемника и т. д. достаточно произвести частичную разборку магнето.

Следует избегать частой разборки магнето, так как каждая разборка со снятием магнитных дуг или якоря уменьшает интенсивность магнитного потока вследствие размагничивания магнитов, а это ослабляет искру и затрудняет пуск двигателя.

Разборку магнето, как правило, может производить только квалифицированный мастер. В условиях киноремонтной мастерской перед разборкой необходимо тщательно подготовить рабочее место на столе или верстаке, защитить его от пыли, грязи, металлических опилок и влаги. Детали разобранного магнето складываются в ящик во избежание их загрязнения и утери.

Разборка магнето производится в следующем порядке (см. рис. 238).

1) Снять со свечи провод высокого напряжения и отвернуть гайки шпилек, крепящих магнето на двигателе.

2) Вывести магнето из зацепления, снять его с двигателя и поставить на подготовленное рабочее место.

3) Очистить магнето снаружи от грязи и масла, протерев чистой тряпкой, слегка смоченной бензином.

4) Снять крышку *27* обичайки, отняв контактную пружину *36*. В случае надобности снять обичайку.

5) Отвернуть специальным ключом, прилагаемым к магнето, центральный болт *28* прерывателя и снять прерыватель, придерживая рукой муф-

ту, приводящую в движение якорь магнето. Снимая прерыватель, следить, чтобы не выпала угольная щетка *30*, замыкающая прерыватель на корпус.

6) Отвинтить винты, крепящие токоприемник *2*, и осторожно вынуть последний из гнезда.

7) Отвернуть гайку, снять шайбу и муфту.

8) Отвернуть четыре винта, крепящих переднюю крышку *23* корпуса магнето, и осторожно снять крышку, остерегаясь повредить укрепленный на ней конденсатор *44*.

9) Вынуть якорь, замкнуть башмаки магнитов чистым куском железа и снять сепараторы шариковых подшипников с полуосей якоря.

Снимать магниты с корпуса не рекомендуется.

В случае поломки или пробоя коллектор можно снять следующим образом: сначала с полуоси якоря снимается специальным съемником обойма шарикового подшипника; затем снимаются монтажные, разгрузочные и маслоотражательные шайбы; после этого снимается коллектор.

Ни в коем случае нельзя пытаться снимать обойму зубилом или отверткой, так как это приведет к искривлению или поломке якоря.

Прерыватель разбирается в следующем порядке: отвинчивается винт, крепящий пружину прерывателя; отодвигается пружинка, придерживающая молоточек на оси; снимается молоточек. В случае необходимости отвинчивается винт, крепящий наковальню к корпусу прерывателя, снимаются наковальня и прокладки, изолирующие наковальню от корпуса прерывателя.

Во время разборки прерывателя нужно быть особенно внимательным, так как в нем имеется много мелких деталей.

Детали разобранного прерывателя должны быть сложены в особый ящик, чтобы избежать утери и перепутывания деталей во время сборки. Необходимо избегать ударов и толчков, размагничивающих магнит.

Сборка магнето

Сборка магнето ведется в порядке, обратном разборке. Перед сборкой тщательно очистить все детали магнето от грязи и пыли. Коллектор протереть чистой мягкой тряпкой, слегка смоченной в бензине, после чего протереть насухо. Сепараторы шариковых подшипников промыть в бензине, смазать специальной пастой (консталином) и установить на свои обоймы на полуосях якоря.

Полюсные башмаки якоря и корпус магнето изнутри протереть тряпкой, слегка смоченной в масле.

Поверхность обичайки, по которой скользит боек молоточка, протереть от грязи и масла тряпочкой, смоченной в бензине; фитиль обичайки промыть в бензине, просушить, смазать костяным маслом и заложить в проточку обичайки; конец завести в отверстие, выходящее на поверхность обичайки. После этого обичайка устанавливается на свое место.

Разбирая и собирая магнето, нельзя касаться руками контактов прерывателя, так как самое незначительное замасливание их может привести к нарушению электрического контакта между ними. Ось прерывателя перед установкой молоточка прочистить и смазать техническим вазелином.

При сборке магнето следить за тем, чтобы не было излишней смазки, и проверить: свободно ли вращается якорь, нет ли заеданий или перекосов, дает ли магнето искру при проворачивании якоря от руки.

В случае перебоя в работе двигателя следует проверить, не вызвано ли это неисправностью других деталей, и лишь после этого искать причину неисправности в магнето.

Установка магнето на двигателе

На двигателе Л-3 2 устанавливается магнето типа СК-В или СК-1 левого вращения (против часовой стрелки), на двигателе Л-3 магнето СК-1 правого вращения, на двигателе В-3 — магнето СК-Б левого вращения.

Отличить магнето левого вращения от правого можно по направлению стрелки на корпусе.

Магнето устанавливается с левой стороны двигателя на плоской площадке кронштейна, привернутого к картеру, и крепится четырьмя шпильками. На случай необходимости передвижения магнето вдоль площадки отверстия, через которые проходят шпильки, сделаны удлиненными.

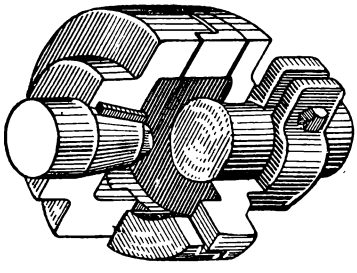


Рис. 244. Кулачковая муфточка привода магнето Л-3/2

Призод осуществляется кулачковой муфточкой (рис. 244), посаженной на кулачковый вал и закрепленной стяжным болтом, входящим в кольцевую выточку вала. Втулка муфточки имеет прорезь, дающую ей возможность пружинить; в зависимости от натяжки болта она может быть или закреплена неподвижно или вращаться вокруг вала (последнее необходимо для установки момента опережения зажигания). Муфточка имеет на торце диска два кулачка.

Промежуточная муфточка на каждом из своих торцов имеет по пазу, расположенному перпендикулярно друг к другу. В паз с одной стороны входят кулачки муфточки, сидящей на конусе валика якоря магнето, а с другой — кулачки муфточки, сидящей на кулачковом валу. Таким образом промежуточная муфточка направляется в работе только кулачками ведущей и ведомой муфточек и более ничем не закрепляется.

Такая конструкция допускает в работе незначительную непараллельность осей между кулачковым валом и валиком якоря магнето. Однако, чем меньшим будет несовпадение осей, тем меньше изнашивается промежуточная муфточка.

Следует иметь в виду, что перекос оси валика магнето по отношению к оси кулачкового вала не допускается и работой муфточек не погашается. Перекос устраняется передвижением магнето по площадке кронштейна за счет имеющегося зазора между болтами и их отверстиями. Не допустимо также, чтобы промежуточная муфточка была без зазора зажата внешними муфточками; зазор, желательный для этого сопряжения, 0,3—0,6 *мм*.

Установка зажигания

После того как клапаны отрегулированы, устанавливают зажигание.

Порядок установки зажигания следующий.

Открыть декомпрессионный краник двигателя для облегчения вращения коленчатого вала от руки.

Повернуть коленчатый вал двигателя по ходу вращения за маховик, чтобы поршень в цилиндре стал в положение ВМТ конца хода сжатия. Соответственно этому метка ВМТ на маховике должна совпасть с меткой на станине двигателя (см. рис. 223). Оба клапана при этом положении должны быть закрыты (момент вспышки).

Отвернув гайку на крышке прерывателя магнето, снять крышку прерывателя, поставив рычажок перестановки зажигания на раннее зажигание.

Освободить стяжной болт ведущей муфточки магнето настолько, чтобы при вращении маховика муфточка проворачивалась на кулачковом валике. По ходу вращения вращать якорь магнето до тех пор, пока фибровый наконечник рычага прерывателя начнет находить на дугообразный выступ каретки (момент размыкания контактов прерывателя).

Валик якоря магнето вращать муфточкой, сидящей на кулачковом валике; после ослабления ее затяжки положение размыкания контактов определяется более точно кусочком тонкой папиросной бумаги, вставленной между контактами прерывателя: при правильном положении рычага прерывателя бумажка должна вытягиваться с легким сопротивлением, не разрываясь; это соответствует зазору примерно в 0,03 *мм*.

Удерживая якорь магнето в установленном положении, вращать маховик двигателя против часовой стрелки до положения, соответствующего 15—20° (1° = 2,4 *мм* по маховику), и затянуть стяжным болтом муфточку на кулачковом валике имеющейся гайкой.

После этого соединить токособиратель магнето проводом со свечей на головке цилиндра. На этом установка зажигания считается законченной.

В двигателе В-3 передача от двигателя к магнето осуществляется через шестерню распределительного вала. Количество зубьев на шестернях распределительного вала и магнето одинаково; следовательно, якорь магнето вращается с числом оборотов распределительного вала.

Устанавливая магнето на двигатель, выдержать угол опережения зажигания в пределах 15—25°. Наивыгоднейшее опережение зажигания отмечено меткой «*0*» на ободе маховика.

Запальная свеча

Запальная свеча (рис. 245) состоит из металлического корпуса *1*, центрального электрода *2*, одного или нескольких боковых электродов *3*, укрепленных в корпусе, и изолятора *4*.

Нижняя часть корпуса свечи имеет нарезку, посредством которой свеча ввертывается в головку цилиндра; верхняя часть центрального электрода снабжена нарезкой с гайкой *5* для закрепления провода, идущего от магнето.

Герметичность соединения корпуса свечи с головкой цилиндра обеспечивается кольцевой медно-асбестовой прокладкой *6*, подкладываемой под свечу.

Для удобства чистки свечи обычно делаются разборными, причем изолятор скрепляется с металлическим корпусом свечи специальной гайкой *7*. Между изолятором и корпусом во избежание утечки газов через свечу устанавливаются две медные шайбы *8*.

Ток высокого напряжения от магнето, подведенный по проводу к центральному электроду свечи, проскакивает от него в виде искры через воздушный или искровый промежуток (размером 0,4—0,5 *мм*) на боковой электрод и возвращается в магнето через корпус свечи и корпус двигателя. Искра,

проскакивая между электродами свечи, в конце такта сжатия зажигает рабочую смесь. В двигателях Л-3, Л-3/2 и В-3 применяется свеча типа М 12/15 с резьбой 1М18×1,5.

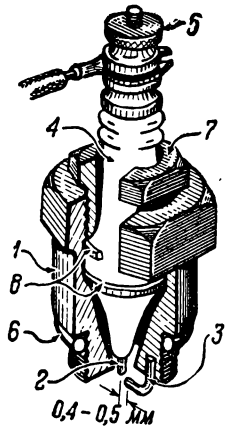


Рис. 245. Запальная свеча
1 — металлический корпус; *2* — центральный электрод; *3* — боковой электрод; *4* — изолятор; *5* — гайка для крепления провода магнето; *6* — медно-асбестовая прокладка; *7* — гайка крепления корпуса свечи с изолятором; *8* — медные шайбы

Для бесперебойного зажигания рабочей смеси в цилиндре двигателя техническое состояние свечи имеет большое значение. Увеличение или уменьшение величины зазора между электродами, загрязнение, увлажнение или пробой изолятора свечи вызывает перебои в работе двигателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как происходит воспламенение горючей смеси в цилиндре двигателя?
2. На каком принципе основано устройство магнето?
3. Из каких основных элементов состоит магнето?
4. Как произвести осмотр магнето?
5. В чем состоит уход за магнето в работе?
6. Как снимается коллектор с магнето?
7. Как смазывается магнето?
8. Как приводится во вращение магнето двигателя Л-3/2 и двигателя В-3?
9. Как устанавливается зажигание в двигателе?
10. Как устроена запальная свеча?

Глава 17

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ

Постоянство числа оборотов генератора электростанции имеет очень важное значение для нормальной работы киноустановки, так как от числа оборотов двигателя и связанного с ним электрогенератора зависят частота и напряжение электрического тока, питающего киноустановку.

Колебания частоты и напряжения нарушат равномерную работу электродвигателя проектора, в результате чего звуковоспроизведение и изображение на экране будут искажены. Также неблагоприятно отразится неравномерная

работа электростанции на работе усилительного устройства и равномерности освещенности экрана.

Нормальное число оборотов для двигателей Л-3 и Л-3/2 — 1500 оборотов в минуту, В-3 — 3000 оборотов в минуту.

Регулятор двигателя В-3

Для поддержания нормального числа оборотов двигателя В-3 предусмотрен центробежный регулятор (рис. 246).

Уменьшение нагрузки влечет за собой увеличение оборотов двигателя, а вместе с ним и регулятора: грузики *1* регулятора под действием центробежной силы расходятся и, сжимая пружину *2*, перемещают упорную муфту *3*, которая соединена системой рычагов с дроссельной заслонкой карбюратора так, что при сжатии пружины прикрывается дроссельная заслонка, уменьшая наполнение двигателя, что влечет за собой уменьшение мощности, а следовательно, и уменьшение оборотов.

При увеличении нагрузки происходит обратное явление: обороты двигателя падают, центробежная сила грузиков регулятора *1* уменьшается, пружина *2*, преодолевая ее, разжимается и передвигает упорную муфту *3* регулятора; упорная муфта *3*, действуя на систему рычагов, открывает дроссельную заслонку карбюратора, что влечет за собой увеличение оборотов двигателя.

Обороты регулируются от руки ввинчиванием или вывинчиванием пробки *4* регулятора: в момент ввинчивания пробки *4* пружина *2* сжимается, и, следовательно, для прикрытия дросселя потребуется большая центробежная сила грузиков *1*, т. е. дроссельная заслонка карбюратора начнет прикрываться при большем числе оборотов; поэтому регулятор будет поддерживать повышенное число оборотов. В момент вывинчивания пробки *4* регулятора, наоборот, сопротивляемость пружины *2* ослабляется; следовательно, дроссель начнет прикрываться при меньших оборотах и регулятор будет поддерживать меньшее число оборотов.

Установка регулятора должна производиться по счетчику оборотов или по частотомеру.

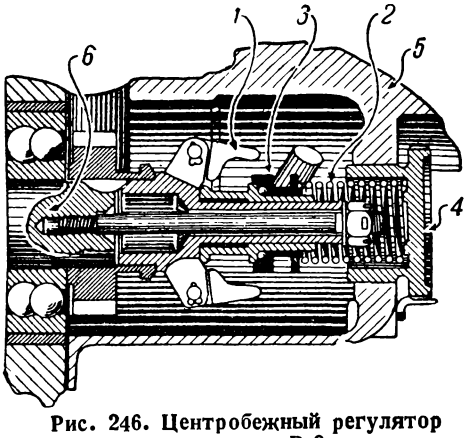


Рис. 246. Центробежный регулятор двигателя В-3

1 — грузики регулятора; *2* — пружина; *3* — упорная муфта; *4* — пробка; *5* — картер распределения; *6* — хвостовик коленчатого вала

Регулятор двигателей Л-3 и Л-3/2

Регулятор двигателей Л-3 и Л-3/2 (рис. 247) имеет четыре качающихся на осях балансира *3*, оси которых закреплены в кронштейне *5*. Балансиры направляются в своем движении пазами, профрезерованными в кронштейне. В каждом регуляторе балансиры подобраны по развиваемой ими центробежной силе, зависящей от их веса и расположения центра тяжести. Противоположный грузику конец балансира имеет рычажок. Все балансиры своими концами упираются в толкатель *1*, передающий движение на рычаг *7*

и на тягу к дросселю карбюратора. Регулятор приводится во вращение от кулачкового валика при помощи муфты *2*, с которой соединен кронштейн *5*.

На корпусе регулятора, отлитом из чугуна, в основном смонтирован весь регулятор.

Вместе с корпусом регулятора из картера двигателя вынимается и регулятор. В нем размещаются: шарикоподшипник кронштейна балансиров, валик *12* с рычажком *13* регулятора и спиральной пружиной; снаружи размещается рычаг *7* с тягой регулятора. Опорами валика являются две бобышки, расположенные друг против друга. От осевого перемещения валик с одной стороны фиксируется буртиком, а с другой— заштифтованным торцом бобышки рычага тяги регулятора.

Корпус регулятора закрывается штампованной крышкой *8*, привертываемой двумя болтами; одним своим концом спиральная пружина регулятора упирается в крышку.

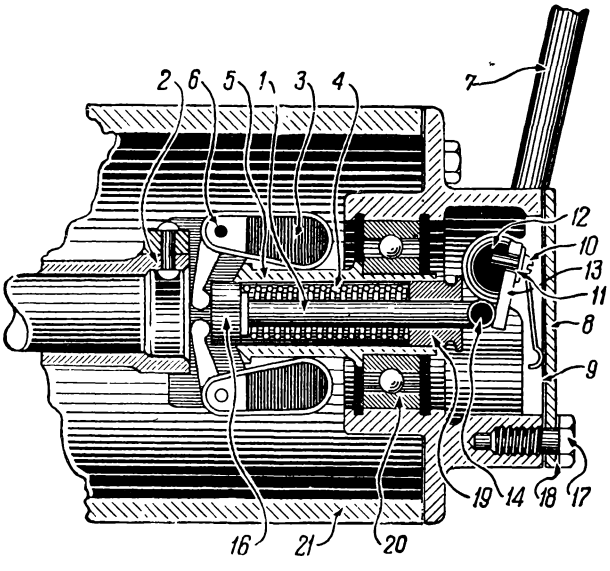


Рис. 247. Регулятор числа оборотов двигателя Л-3/2
1 — толкатель; *2* — муфта кулачкового валика; *3* — балансир; *4* — пружина; *5* — кронштейн; *6* — ось балансира; *7* — рычаг; *8* — крышка; *9* — прокладка; *10* — винт; *11* — шайба Гровера; *12* — валик; *13* — рычажок; *14* — шарик; *16* — внутреннее упорное кольцо; *17* — болт; *18* — шайба Гровера; *19* — наружное упорное кольцо; *20*—шариковый подшипник; *21* — корпус

Во время регулировки пружин регулятора крышку *8* смещают вниз так, чтобы концу спиральной пружины была оставлена опора, и закрепляют только нижним болтом; такое положение крышки ускоряет регулировку.

Рычажок регулятора выполнен в виде пластинки и закреплен на валике в пазу винтом *10* с разрезной шайбой Гровера.

Соединяющим звеном между рычагом *7* регулятора и дросселем является тяга, представляющая собой стержень, на концах которого приварены головки, имеющие отверстия для шаровых пальцев рычагов дросселя и регулятора. На головках имеются поперечные концевые выточки; куда вставляются пружинные кольца. Пружинное кольцо упирается своими выступающими концами в шаровой палец и этим удерживает тягу от спадания, представляя в то же время необходимую свободу для работы шарнира.

Регулятор работает следующим образом.

При вращении кронштейна *5* балансиры *3* центробежной силой повертываются вокруг своих осей; другие концы их одновременно действуют на толкатель *1*, вдвигая его внутрь хвостовика. Возвратное движение толкателю сообщает центральная пружина *4*, которая всегда прижимает его к концам балансиров.

Движение толкателя в ту или иную сторону воспринимается рычажком *13* валика и передается тяге регулятора и дросселю, который или закрывается или открывается, в зависимости от числа оборотов двигателя в данный момент.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие ненормальности в работе киноустановки вызываются неравномерным числом оборотов двигателя электростанции?
2. Какие обороты являются нормальными для двигателей, применяемых в передвижных электростанциях кинопередвижек?
3. Как устроен и работает регулятор двигателя В-3?
4. Как работает регулятор Л-3/2?
5. Как отрегулировать число оборотов двигателя от руки?

Глава 18

ОХЛАЖДЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

В процессе горения рабочей смеси температура газов внутри цилиндра достигает в момент вспышки 1800—2000°С и выше. Такая высокая температура требует усиленного отвода излишнего тепла от стенок цилиндра.

Чрезмерный нагрев двигателя вызывает:

а) Уменьшение весового наполнения цилиндра рабочей смесью как результат увеличения объема смеси при нагревании.

б) Разжижение и пригорание масла.

в) Ненормальное протекание рабочего цикла — детонация и самовоспламенение рабочей смеси.

г) Заклинивание поршня в цилиндре как результат чрезмерного расширения поршня.

Чрезмерное охлаждение двигателя также вызывает ряд отрицательных явлений, ухудшающих его работу, а именно:

а) Увеличиваются тепловые потери, что снижает мощность и ухудшает экономичность двигателя.

б) Из-за неполного испарения топлива нарушается состав рабочей смеси.

в) Испарившееся топливо частично конденсируется на холодных стенках цилиндра в виде капелек, разжижающих масло и ухудшающих его смазочные свойства.

г) С понижением температуры масло становится более густым, что вызывает увеличение потерь мощности в двигателе на преодоление трения.

Чтобы обеспечить наилучшие условия сгорания топлива и работы двигателя, температуру стенок цилиндра нужно поддерживать в пределах от 80 до 120°С.

Излишнее тепло от стенок цилиндра передается непосредственно воздуху (В-3) или воде (Л-3 и Л-3/2), заключенной в рубашке охлаждения цилиндра и циркулирующей через радиатор, в котором вода охлаждается воздушным потоком, создаваемым работой вентилятора.

Система охлаждения двигателей Л-3 и Л-3/2

В двигателях Л-3 и Л-3/2 применяется термосифонная система охлаждения, основанная на разной плотности холодной и теплой воды.

Во время работы двигателя вода в рубашке *4* (рис. 248) нагревается и вследствие этого расширяется; поэтому плотность ее уменьшается. Стано-

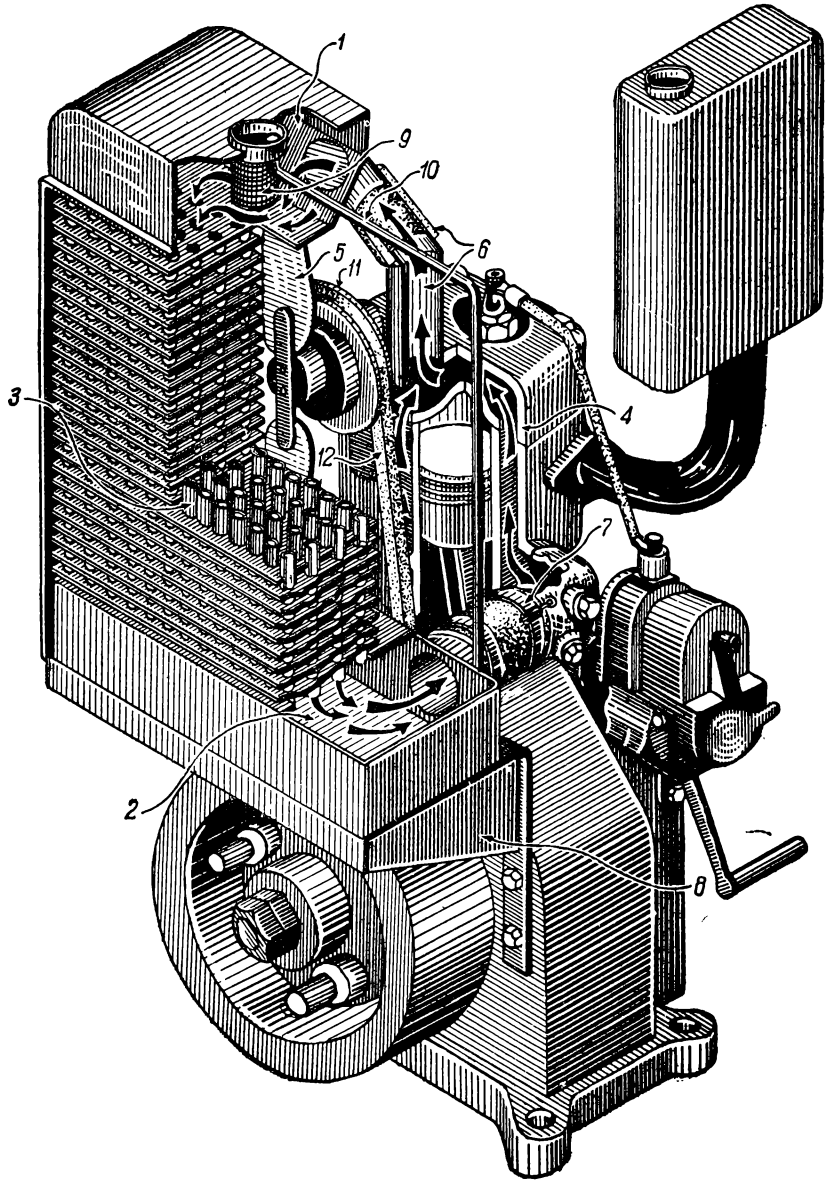


Рис. 248. Схема охлаждения двигателя Л-3/2

1 — верхняя коробка радиатора; *2* — нижняя коробка радиатора; *3* — трубки радиатора; *4* — рубашка цилиндра; *5* — вентилятор; *6* — трубопровод (резиновый шланг); *7* — хомутик; *8* — кронштейн; *9* — сетка; *10* — контрольная трубка; *11* — шкив вентилятора; *12* — ремень вентилятора

вясь легче, нагретая вода вытесняется кверху избыточным давлением столба более холодной и плотной воды в радиаторе. Поступая по трубопроводу в верхнюю коробку *1* радиатора, нагретая вода перетекает по трубкам *3* в нижнюю коробку *2* радиатора. Проходя по трубкам радиатора, вода охлаждается воздушным потоком, создаваемым вентилятором *5*. Из нижней коробки радиатора охлажденная вода поступает по трубопроводу *6* в рубашку *4*, где снова нагревается, перетекает в верхнюю коробку радиатора и т. д.

Радиатор ставится на кронштейн *8*, изготовленный из листового материала с отогнутыми краями боковинок, под которые подложены резиновые подкладки, поглощающие сотрясения. Радиатор соединен с рубашкой цилиндра двигателя шлангами из прорезиненной ткани, которые на трубках затянуты хомутиками, чтобы не допустить просачивания воды.

Система охлаждения емкостью около 8 *л* наполняется водой через горловину верхнего бачка радиатора через воронку с впаянной в нее сеткой, предохраняющей проходы в радиаторе от засорения грязью.

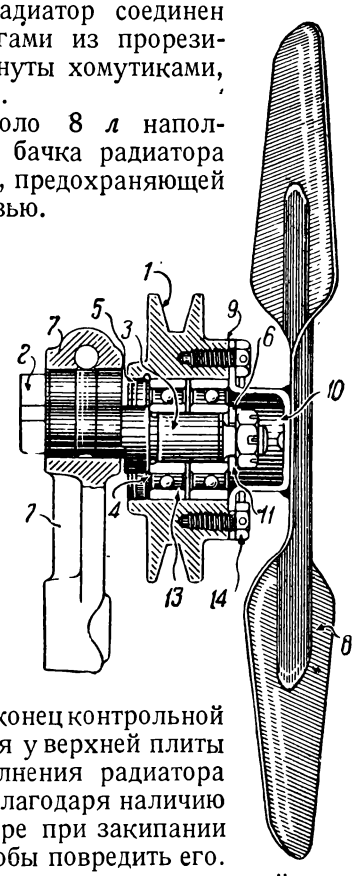


Рис. 249. Вентилятор двигателя Л-3/2

1 — шкив вентилятора; *2* — стяжной болт оси; *3* — ось; *4* — сальник; *5* — крышка сальника; *6* — упорное кольцо; *7* — кронштейн; *8* — крыльчатка; *9* — прокладка; *10* — чашка; *11* — шайба; *13* — шариковый подшипник; *14* — болт

К горловине бачка изнутри подведен конец контрольной трубки *10*; другой конец трубки кончается у верхней плиты кронштейна радиатора. В случае переполнения радиатора вода через трубку выливается наружу. Благодаря наличию контрольной трубки давление в радиаторе при закипании воды не может повыситься настолько, чтобы повредить его.

В горловину бачка вставлена небольшая сетка, которой надлежит пользоваться при отсутствии воронки с сеткой. Если вода наливается в радиатор через воронку с впаянной сеткой, сетка из горловины вынимается.

Вода для охлаждения должна быть чистой и по возможности не жесткой (не известковой). Лучшая вода для заливки радиатора — дождевая. Признаком жесткости воды является тот факт, что мыло в ней плохо распускается (плохо мылится). Если нельзя достать мягкой воды, жесткую воду следует прокипятить и лишь после этого залить в систему охлаждения.

Температура воды, входящей в рубашку цилиндров, не должна быть ниже + 30°С.

Для охлаждения воды в радиаторе двигатель снабжен вентилятором (рис. 249). Крыльчатка вентилятора в целях придания ей жесткости имеет

продольное выштампованное ребро. Вентилятор приводится во вращение ремнем от шкива на маховике двигателя. Ремень имеет трапецоидальное сечение и изготовлен из резины с прослойками ткани.

Крыльчатка вентилятора укреплена болтами на шкиве посредством чашечки *10*. Шкив *1* вращается на шариковом подшипнике, плотно сидящем на оси *3* и закрепленном стяжным болтом в разрезной головке кронштейна *7*.

Подшипник смазывается солидолом, предварительно заложенным до сборки в чашечку.

Если ослабло натяжение ремня вентилятора, ремень нужно подтянуть поворотом эксцентрика оси *3*; для этого стяжной болт необходимо несколько ослабить.

Не следует сильно натягивать ремень, так как перетянутый и надорванный ремень быстрее вытягивается в работе и через непродолжительное время его приходится заменять новым вследствие того, что использована вся натяжка, на которую рассчитан эксцентрик.

Натяжка ремня должна быть такой, чтобы он при работе не задевал за края выреза отверстия кронштейна радиатора или концы крыльчатки. Крыло должно иметь в среднем зазор не менее 5 *мм* по отношению ко всем близко расположенным деталям.

Система охлаждения двигателя В-3

Охлаждение двигателя В-3 — в о з д у ш н о е и осуществляется центробежным вентилятором на маховике.

Воздушный поток, создаваемый вентилятором, направляется посредством кожуха на цилиндр и головку. Для регулирования количества охлаждающего воздуха в кожухе вентилятора предусмотрена дверца.

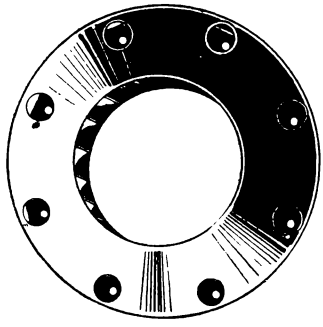


Рис. 250. Центробежный вентилятор двигателя В-3 для воздушного охлаждения

Вентилятор состоит из двух стальных дисков, между которыми помещены лопасти (рис. 250).

Во время осмотра двигателя В-3 необходимо проверять прочность посадки дисков и лопастей вентилятора, а также отсутствие вмятин и трещин в алюминиевом кожухе, закрывающем вентилятор.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего нужно охлаждение цилиндра?
2. Какие последствия может иметь перегрев или переохлаждение двигателя?
3. Для чего служит и как устроен радиатор?

4. Каково назначение и устройство вентилятора?
5. Какая система охлаждения применяется в двигателях Л-3 и Л-3/2 и как она действует?
6. Как соединяется радиатор с рубашкой охлаждения?
7. Какую воду следует применять для охлаждения двигателя?
8. Как приводится во вращение вентилятор в двигателях Л-3 и В-3?

Глава 19

СМАЗКА ДВИГАТЕЛЯ

Система смазки

Поверхности металлических деталей, как бы хорошо они ни были отшлифованы, имеют большие или меньшие неровности, ясно различимые через увеличительное стекло. При передвижении одной детали по другой неровности поверхностей задевают друг друга и срезаются, вследствие чего происходит износ трущихся деталей. Сила, с которой выступы сопротивляются срезанию или скалыванию, называется *силой трения*.

На преодоление трения затрачивается некоторое количество полезной работы двигателя. Часть этой работы расходуется на скалывание выступающих частиц и превращается в тепло, которое нагревает трущиеся поверхности детали; от этого материал размягчается и износ увеличивается.

При сильном нагреве трение становится столь значительным, что происходит вырывание частиц материала (задир трущихся поверхностей). В случае дальнейшего нагрева движущиеся детали могут «заесть», т. е. заклиниться (например, поршень в цилиндре), а мягкие металлы — расплавиться (например, баббит в подшипнике шатуна). Поэтому между трущимися деталями вводят масло, стремясь разъединить их поверхности и заменить трение металла о металл трением частиц жидкости между собой, которое значительно меньше трения твердых тел.

Смазка уменьшает трение и износ деталей. Смазочное вещество охлаждает трущиеся детали. Чем больше пропустить масла через зазор между деталями, тем меньше они будут нагреваться.

Во время работы двигателя трение возникает между следующими деталями кривошипного и распределительного механизмов:

а) между поршнем и стенками цилиндра;
б) между шейкой коленчатого вала и подшипником шатуна;
в) между втулкой в верхней головке шатуна и пальцем, бобышками поршня и пальцем;
г) между зубцами шестерен распределительного механизма;
д) между шейками распределительного вала и подшипниками;
е) между кулачками распределительного вала и тарелками толкателей;
ж) между толкателями и направляющими втулками.

В двигателях Л-3, Л-3/2 и В-3 применяется *система смазки разбрызгиванием* (рис. 251).

В картер двигателя через сапун заливается некоторое количество масла, которое скопляется в поддоне картера.

Крышка шатунного подшипника снабжена черпачком, который при вращении погружается в масло. Двигаясь с большой скоростью, черпачок подхватывает масло и разбрызгивает его мельчайшими капельками, которые заполняют всю внутреннюю полость картера двигателя, образуя «масляный туман», осаждающийся на поверхности всех деталей, находящихся в картере и на стенках цилиндра. К подшипникам коленчатого и распределительного валов к поршневому пальцу масло проникает через сверления в подшипниках и втулках. Излишек масла, собираясь в капли, стекает обратно в поддон картера.

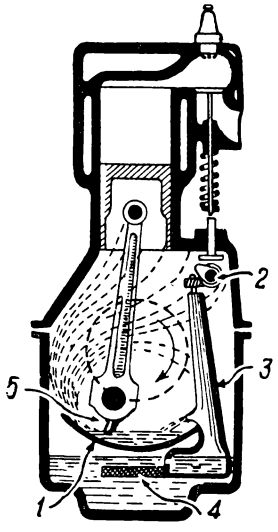


Рис. 251. Схема смазки двигателя разбрызгиванием

1 — масляное корытце; *2* — привод масляного насоса; *3* — насос; *4* — сеточный фильтр; *5* — черпачок

Для поддержания постоянного уровня масла, при котором черпачок всегда мог бы погружаться в масло, в поддоне картера установлено масляное корытце *1* (см. рис. 251) с углублением, соответствующим уровню движения шатуна. В картере установлен масляный насос *3*, приводимый в действие распределительным валом двигателя. Насос засасывает масло через сеточный фильтр *4* и подает его в корытце; по заполнении корытца избыток масла стекает обратно в поддон картера. Уровень масла в корытце остается постоянным и не зависит от количества масла, находящегося в поддоне картера; поэтому глубина погружения черпачка и количество подхватываемого им масла остаются неизменными.

Для заливки картера рекомендуется употреблять автол марки 8 или 10, а также автолы, употребляемые для смазки автомобильных двигателей. Применять другие масла (не автолы) не разрешается.

Во время работы двигателя черпачок шатуна, погружаясь в корытце с налитым маслом, разбрызгивает масло и в первую очередь производит смазывание шатунной шейки коленчатого вала, зеркала цилиндра и пальца поршня. Часть пальца поршня, находящаяся в шатуне, смазывается каплями, заброшенными черпачком на дно поршня, откуда масло, стекая в отверстия верхней головки шатуна, проходит по внутренним винтовым канавкам бронзовой втулки. Концы пальца поршня получают смазку, поступающую через отверстия у нижнего поршневого кольца.

Кулачковый вал, его подшипники, шестерни, толкатели, группа регулятора и масляный насос смазываются брызгами масла, образующимися в картере во время работы двигателя.

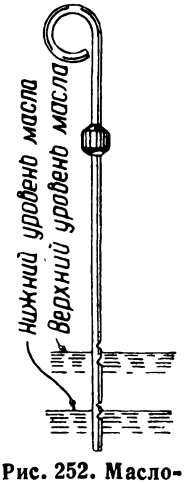


Рис. 252. Маслоуказатель двигателя Л-3/2

Чистое свежее масло заливается в картер через сапун и в отверстие маслоуказателя посредством воронки, внутри которой впаяна сетка, имеющая 100—120 отверстий на 1 $см^2$.

Высота уровня масла в картере измеряется маслоуказателем — стержнем с приваренной пробкой и нанесенными на нем метками (рис. 252). Пробка на стержне плотно входит в отверстие бобышки крышки, не допуская попадания грязи внутрь двигателя. Верхние две метки на масло-

указателе отмечают предельное наполнение картера маслом, нижнее — предельное уменьшение масла в картере, при котором оно должно быть немедленно долито. Уровень масла ни в коем случае не должен быть выше самой верхней метки.

Правильным наполнением картера считается такое положение уровня, когда масло находится между двумя верхними метками (см. рис. 252). Падение уровня масла не должно быть допущено ниже середины между двумя нижними метками. Выступающая из картера часть маслоуказателя для удобства вынимания загнута кольцом.

Измерять высоту уровня масла в картере на ходу двигателя не рекомендуется, так как бывают случаи, когда при недостатке масла, вследствие его пульсации, уровень на маслоуказателе будет повышен. Для точного замера уровня масла двигатель необходимо остановить.

Уровень масла измеряется так: вынутый маслоуказатель вытирают и снова опускают обратно до отказа, после чего вынимают снова; сплошная замасленная часть вынутого стержня маслоуказателя показывает уровень масла, имеющийся в картере.

В случае чрезмерно высокого уровня масла (выше верхней метки на маслоуказателе) двигатель будет работать с перебоями по причине забрызгивания маслом электродов свечи или залипания клапанов в направляющих втулках. Кроме того, из-за усиленного образования нагара на головке поршня возможно самовоспламенение топлива и появление стука в двигателе.

В случае недостатка масла (уровень масла ниже нижней отметки на маслоуказателе) возможно выплавление баббита из нижней головки шатуна, будет задрана шейка коленчатого вала или произойдет заедание поршня и остановка двигателя; если работа двигателя будет производиться при недостатке смазки, спустя короткое время обнаружится сильный износ ответственных деталей и потребуется капитальный ремонт двигателя. Внешним признаком недостатка смазки является: неравномерность хода, стук в двигателе и перегрев цилиндра.

Соответствующие маслогоны предохраняют от выбрасывания масла из картера наружу через задний коренной подшипник и подшипник кулачкового валика.

Масляный насос двигателей Л-3 и Л-3/2

В двигателях Л-3 и Л-3/2 установлены винтовые масляные насосы (рис. 253).

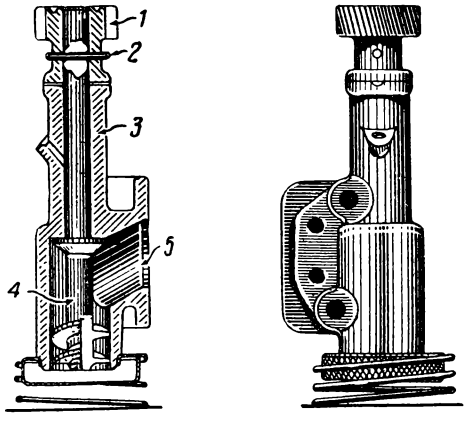


Рис. 253. Масляный насос двигателя Л-3/2
1 — шестерня; *2* — штифт; *3* — корпус; *4* — червячный валик; *5* — маслоотводящая трубка

Подача масла в насосе осуществляется червяком, нарезанным на нижнем конце валика *4*. Валик приводится во вращение спиральной шестерней *1*, заштифтованной на конце валика, противоположном червяку. Корпус масляного насоса отлит из чугуна и состоит из открытой приемной нижней части, в которой вращается червяк, и верхней части, являющейся направляющей для валика.

В нижней части, несколько выше верхних ниток червяка, подающего масло, имеется прямоугольное отверстие *5*, через которое масло выливается из корпуса в маслоподающую трубку.

В середине верхней части корпуса имеется бобышка с просверленным отверстием, через которое смазка проходит на трущиеся поверхности червячного валика. Масляный насос в сборе крепится на промежуточной стенке картера двигателя. Снизу под масляный насос ставится сетка фильтра, которая удерживается пружиной в соответствующем положении.

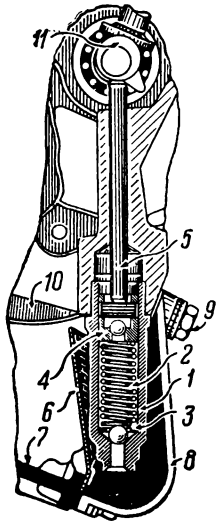


Рис. 254. Масляный насос двигателя В-3

1 — цилиндр маслонасоса; *2* — пружина; *3* — обойма; *4* — поршень маслонасоса; *5* — шток; *6* — фильтр; *7* — картер двигателя; *8* — крышка картера; *9* — пробки; *10* — корытце; *11* — привод маслонасоса

Число оборотов валика масляного насоса почти равно числу оборотов коленчатого вала.

Работа масляного насоса происходит следующим образом: погруженные в масло витки червяка, вращаясь, захватывают масло и поднимают его по виткам вверх до отверстия, через которое оно выливается в маслоотводящую трубку; спиральная шестерня валика масляного насоса приводится во вращение шестерней с храповиком, сидящей на коленчатом валу.

Масляный насос В-3

В двигателе В-3 плунжерный насос (рис. 254) подает масло в корытце *10*, откуда оно разбрызгивается кривошипом на трущиеся поверхности двигателя.

Насос состоит из алюминиевого цилиндра *1*, ввинченного в картер двигателя, пружины *2*, обоймы *3* с шариком и поршня с пальцем и шариком. Эксцентрик распределительного вала через шток перемещает поршень вниз. Масло, находящееся в цилиндре насоса, поднимает шарик и входит в поршень *4*. Пружина *2* насоса возвращает поршень в верхнее положение и выталкивает масло в корытце. В это время в цилиндре насоса создается разрежение, и туда поступает из картера новая порция масла, проходящая через сетчатый фильтр *6*. Промежуточный (между насосом и корытцем) канал для масла закрыт снаружи пробкой *9*, отвернув которую, можно контролировать работу маслонасоса, проворачивая от руки коленчатый вал двигателя.

Смазка двигателя во время эксплоатации

Перед пуском в двигатель через сапун заливается 0,5—0,6 *л* масла. Уровень масла в двигателе проверяется по засечкам на стержне маслоуказателя, после того как все масло успеет стечь в картер двигателя.

В процессе эксплоатации двигателя уровень масла не должен выходить из пределов меток на стержне маслоуказателя. В случае работы с новым двигателем или с двигателем, вышедшим из капитального ремонта, первые 20 часов работы уровень масла необходимо держать на верхнем пределе.

По мере расходования смазки необходимо пополнять картер свежим маслом. Полную замену масла и промывку картера нужно производить через 40—50 часов работы, а в новом или отремонтированном двигателе первый раз сменить масло не позднее, чем через 20 часов работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое трение?
2. Какие сорта масла применяются для смазки двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3?
3. Между какими деталями кривошипного и распределительного механизмов возникает трение?
4. В чем сущность системы смазки разбрызгиванием?
5. Как отражается на состоянии двигателя недостаточная смазка?
6. Каковы последствия работы двигателя при избытке смазки?
7. Как часто нужно менять масло в приработанном двигателе, в новом двигателе и двигателе, вышедшем из капитального ремонта?
8. Как устроен и работает масляный насос двигателей Л-3 и Л-3/2?
9. Какая разница между устройствами масляных насосов двигателей Л-3 и В-3?

Глава 20

ПУСК ДВИГАТЕЛЯ, РАБОТА, НЕИСПРАВНОСТИ, УХОД И ОСТАНОВКА

Подготовка и пуск двигателя

Перед пуском двигателя проверяется наличие масла и его уровень в картере, наличие и уровень воды и бензина.

В случае необходимости производится заправка:

а) радиатор наполняется до горловины чистой, мягкой водой;

б) картер двигателя наполняется маслом через отверстие сапуна до уровня между верхними двумя метками по маслоуказателю. Заливка воды, масла и бензина производится только через воронки с впаянными сетками;

в) ремень вентилятора подтягивается;

г) если двигатель новый и заводится первый раз, очищается от масла камера сгорания, протирается чистой тряпкой через отверстие под свечой и промывается бензином.

Если двигатель запускается после длительной остановки, необходимо через сапун влить примерно $^1/_4$ стакана масла для смазки в первое время работы распределительных шестерен и деталей регулятора, так как за время бездействия двигателя масло с них могло стечь. Необходимо проверить компрессию в цилиндре, провернув рукояткой несколько раз вал двигателя, до того, как краник бензопровода будет открыт.

Вследствие того, что масло может стечь со стенок цилиндра и поршня, компрессия от этого резко снижается и запуск двигателя может оказаться затрудненным.

Если проверка показала неудовлетворительную компрессию, надо вывернуть свечу, влить в цилиндр небольшое количество чистого масла и несколько раз прокрутить вал двигателя, чтобы масло проникло между стенками цилиндра и поршня. После этого ввернуть свечу, подложив под нее медную прокладку.

Исправный двигатель должен запускаться легко.

В случае запуска двигателя на морозе вода и масло должны быть подогреты. В холодную погоду в картер заливается автол-8, в теплую — автол-10. Топливом для двигателя может служить только бензин. Употребление керосина не допустимо.

Пуск двигателя необходимо проводить в следующем порядке:

а) открыть краник бензопровода. Нажимать на кнопку поплавковой камеры до тех пор, пока бензин начнет переливаться через контрольное отверстие корпуса поплавковой камеры; после этого отпустить кнопку и прекратить переливание бензина;

б) закрыть заслонку для воздуха до входа ребра фиксатора в канавку рычажка, находящегося у входа в смесительную трубу карбюратора;

в) поставить магнето на позднее зажигание;

г) вдвинуть до зацепления с храповиком шестерни коленчатого вала валик заводной рукоятки, повернуть рукоятку до хода сжатия, а затем быстро рывком повернуть через «*ВМТ*».

Механизм заводной рукоятки обеспечивает надлежащее зацепление в момент пуска двигателя в ход и автоматически выходит из зацепления после пуска.

После получения вспышек отвести рычажок заслонки воздуха в положение полного открытия, которое устанавливается входом ребра фиксатора во вторую канавку. Придерживая рычажок регулятора, дать двигателю поработать вхолостую 3—4 минуты на малых оборотах. Затем, постепенно увеличивая число оборотов до нормальных, загрузить двигатель до соответствующей мощности.

Для нового двигателя (т. е. проработавшего менее 50—70 часов под нагрузкой) продолжительность перевода на полную мощность должна быть не менее 10 минут. Одновременно с нагрузкой двигателя зажигание переводится с позднего на раннее вращением против часовой стрелки рукоятки обичайки (смотреть со стороны прерывателя).

Загрузка двигателя до полной мощности допускается в холодную погоду и на морозе только после достаточного прогрева, продолжительность которого тем больше, чем ниже температура окружающего воздуха.

Запуск двигателя в холодную погоду без заливки его подогретой водой (что не рекомендуется) может в некоторых случаях сразу и не произойти. Запуск повторяется, но необходимо помнить, что после провертывания заводной рукояткой коленчатого вала двигателя засосанные и не сгоревшие в камере сгорания пары бензина создают богатую, трудно воспламеняющуюся смесь.

Для облегчения вторичного запуска двигателя эти пары должны быть выдуты через открытый декомпрессионный краник.

Часть паров, конденсируясь на холодных стенках цилиндра, смывает масло, и двигатель теряет компрессию, что в свою очередь еще более затрудняет запуск; для устранения этого необходимо через отверстие свечи влить в цилиндр масло в объеме до 10 *см*^{3} (этим способом следует пользоваться лишь в случаях крайней необходимости, так как от частой заливки загрязняются канавки поршневых колец, и может потребоваться разборка двигателя для чистки и промывки).

Для успешного запуска двигателя, длительное время не работавшего, необходимо:

а) несколько раз провернуть его от руки при залитом в картере масле по верхнему уровню маслоуказателя;

б) смазать стенки цилиндра, залив через отверстие свечи 10 *см*³ масла, подогретого до 80—90°С, после чего несколько раз провернуть коленчатый вал двигателя заводной рукояткой.

50—100 *см*³ масла (можно и неподогретого) заливается через корпус сапуна для смазки регулятора и шестерен распределения (это требование должно также соблюдаться и при первом запуске двигателя после прибытия на место).

Двигатель, ожидающий срочного пуска в ход, необходимо время от времени запускать, чтобы держать его в нагретом состоянии.

Во время работы наблюдать за бесперебойной работой основных узлов двигателя, системой распределения и регулятором, смазкой и охлаждением, системой питания горючим и системой зажигания.

Продольные и поперечные разрезы двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3 показаны на рис. 255, 256, 257, 258, 259 и 260.

(Пояснение к рис. 255)

1 — сетка в горловине бензинового бака; *2* — бак бензиновый; *3* — крышка горловины бензинового бака; *4* — кран бензопровода; *5* — свеча; *6* — прокладка свечи; *7* — головка цилиндра; *8* — выпускной клапан; *9* — направляющая втулка клапана; *10* — чашка пружины клапана; *11* — пружина клапана; *12* — крышка пружинной коробки клапанов; *13* — чека клапана; *14* — чашка пружины клапана нижняя; *15* — регулировочный болт толкателя; *16* — втулка толкателя; *17* — толкатель; *18* — прокладка картера; *19* — подшипник коренной шариковый; *20* — крепление шестерни распределительного вала; *21* — шестерня распределительного вала; *22* — шпонка винтовой шестерни; *23* — стопорный винт рукоятки; *24* — палец валика рукоятки; *25* — вал пусковой рукоятки; *26* — пружина пусковой рукоятки; *27* — чашка пружины рукоятки; *28* — пусковая рукоятка; *29* — масляный насос; *30* — крышка горловины радиатора; *31* — верхний бак радиатора; *32* — радиатор; *33* — поршень; *34* — кольца поршневые; *35* — втулка шатуна; *36* — палец поршня; *37* — кольцо крепления пальца; *38* — шатун; *39* — шланг радиатора; *40* — патрубок радиатора; *41* — нижний бак радиатора; *42* — прокладка спускной пробки; *43* — спускная пробка; *44* — кронштейн радиатора; *45* — ремень вентилятора; *46* — прокладка; *47* — коренной подшипник шариковый; *48* — шайба плоская маслозаградительная; *49* — коленчатый вал; *50* — гайка крепления маховика; *51* — упорное кольцо; *52* — шпонка коленчатого вала; *53* — маслоотражательный диск; *54* — крышка подшипника; *55* — противовес; *56* — фланец картера; *57* — маховик; *58* — картер; *59* — замок болтов противовеса; *60* — болт противовеса; *61* — лоток; *62* — маслопровод

(Пояснения к рис. 256)

1 — шланг радиатора; *2* — глушитель; *3* — водяной патрубок головки; *4* — прокладка цилиндра; *5* — провод магнето; *6* — прокладка глушителя; *7* — боковина радиатора; *8* — прокладка водяной трубы; *9* — водяная труба; *10* — труба глушителя; *11* — шестерня распределительного вала; *12* — крышка маслогона; *13* — прокладка радиатора; *14* — магнето; *15* — маслоотражательный диск; *16* — шарикоподшипник распределительного вала; *17* — муфта сцепления магнето; *18* — соединительная муфта распределительного вала; *19* — промежуточная муфта; *20* — прокладка маслогона *21* — кронштейн магнето; *22* — сетка фильтра масляного насоса; *23* — бензопровод; *24* — боковина радиатора; *25* — декомпрессионный краник; *26* — прокладка декомпрессионного краника; *27* — карбюратор «Солекс-2»; *28* — балансир регулятора; *29* — рычаг регулятора; *30* — ось балансира; *31* — кронштейн; *32* — пружина регулятора; *33* — толкатель регулятора; *34* — упорное кольцо; *35* — валик регулятора; *36* — шарик толкателя; *37* — рычажок регулятора; *38* — пружина регулятора; *39* — прокладка; *40* — крышка регулятора; *41* — прокладка; *42* — корпус регулятора; *43* — ведущая муфта регулятора

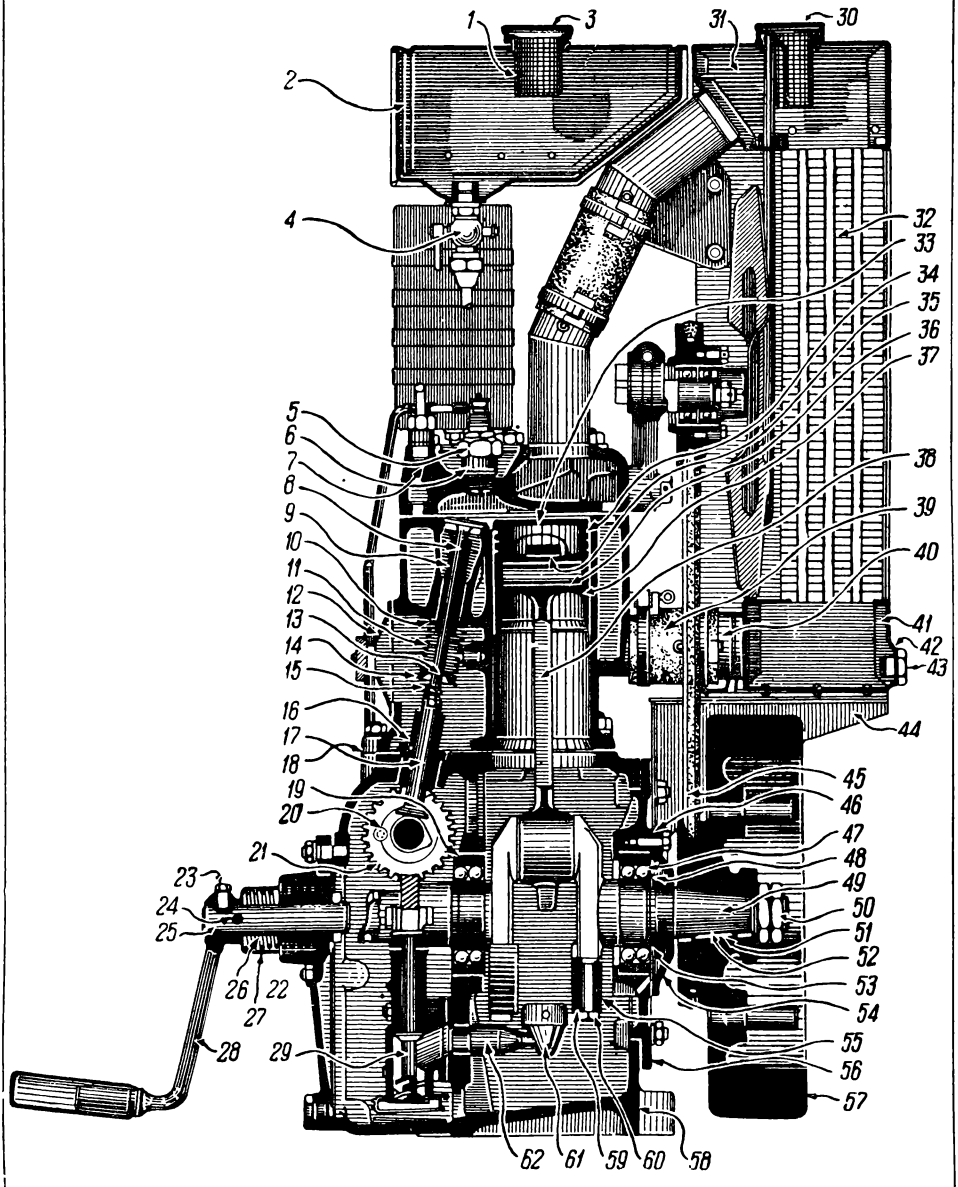


Рис. 255. Продольный разрез двигателя Л-3/2

(Пояснение к рис. 255 на стр. 191)

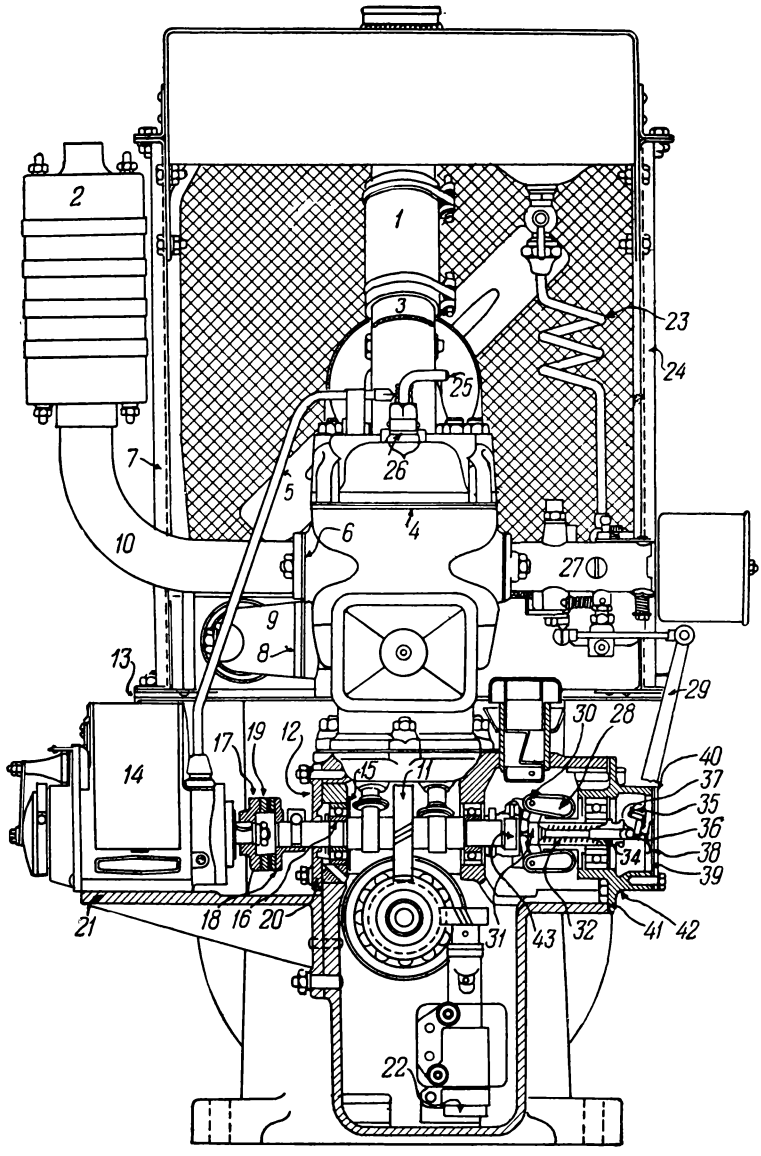


Рис. 256. Поперечный разрез двигателя Л-3/2

(Пояснения к рис. 256 см. на стр. 191)

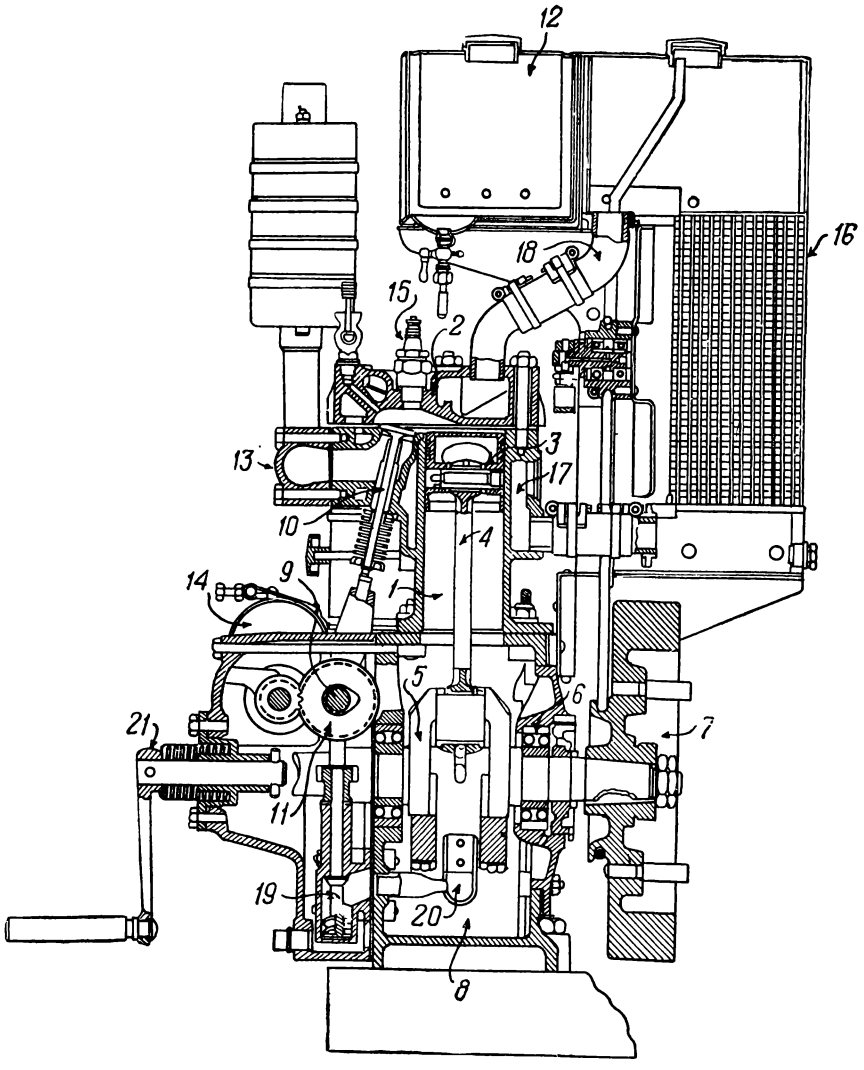


Рис. 257. Продольный разрез двигателя Л-3

1 — цилиндр; *2* — головка цилиндра; *3* — поршень; *4* — шатун; *5* — коленчатый вал; *6* — коренной подшипник шариковый; *7* — маховик; *8* — картер; *9* — распределительный вал; *10* — клапан; *11* — шестерня распределительного вала; *12* — бензобак; *13* — всасывающая труба; *14* — крепление магнето; *15* — свеча; *16* — радиатор, *17* — водяная рубашка; *18* — патрубок соединения радиатора с цилиндром; *19* — масляный насос; *20* — корытце для масла; *21* — заводная рукоятка

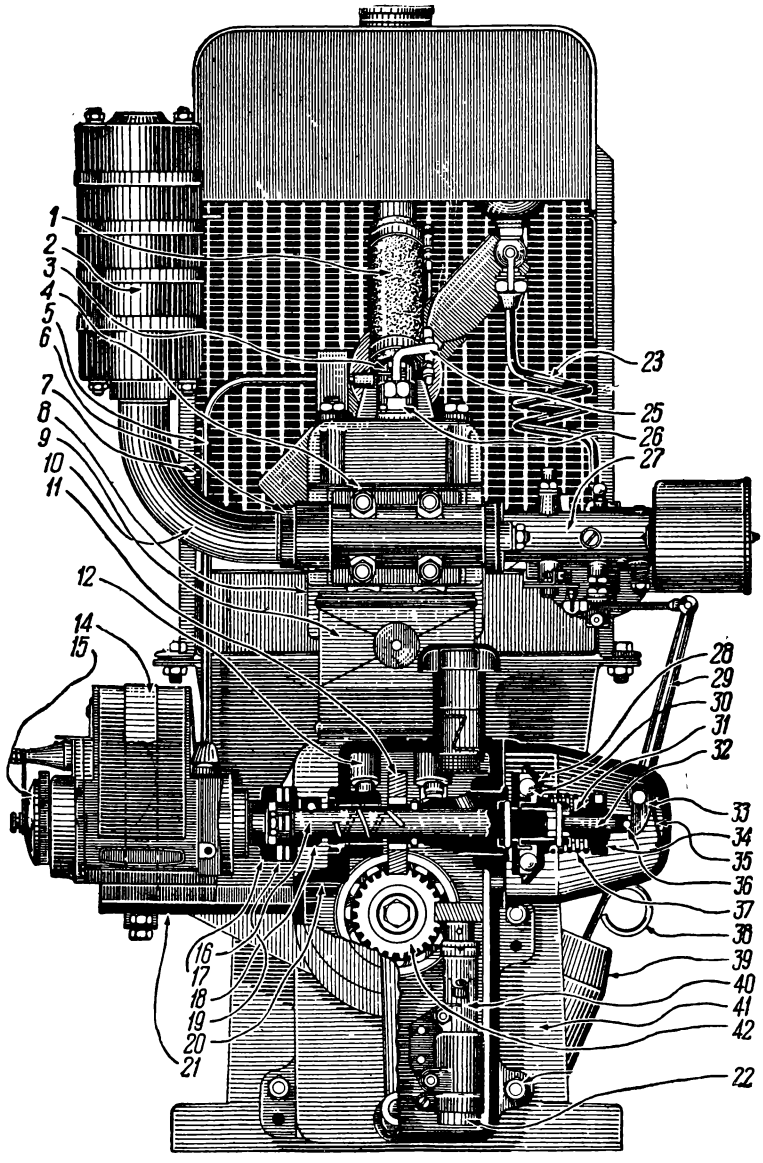


Рис. 258. Поперечный разрез двигателя Л-3

1 — шланг радиатора верхний; *2* — глушитель; *3* — патрубок водяной; *4* — прокладка головки; *5* — провод магнето; *6* — прокладка глушителя; *7* — боковина радиатора левая; *8* — прокладка водяной трубы; *9* — крышка коробки клапачных пружин; *10* — труба глушителя; *11* — шестерня распределительного вала; *12* — толкатель клапана; *14* — магнето; *15* — обечайка; *16* — вал распределительный; *17* — муфта сцепления магнето; *18* — кольцо шарикоподшипника; *19* — соединительная муфта распределительного вала; *20* — прокладка маслогона; *21* — кронштейн магнето; *22* — сетка фильтра масляного насоса; *23* — бензопровод; *25* — декомпрессионный краник; *26* — прокладка; *27* — карбюратор «Солекс-2»; *28* — шариковый подшипник; *29* — рычаг; *30* — муфта регулятора; *31* — кольцо упорное регулятора; *32* — валик; *33* — толкатель рычага регулятора; *34* — регулировочная гайка; *35* — пружина вала регулятора; *36* — шарик толкателя регулятора; *37* — пружина регулятора; *38* — маслоуказатель; *39* — трубка маслоуказателя; *40* — маслонасос; *41* — картер; *42* — шестерня коленчатого вала с храповиком

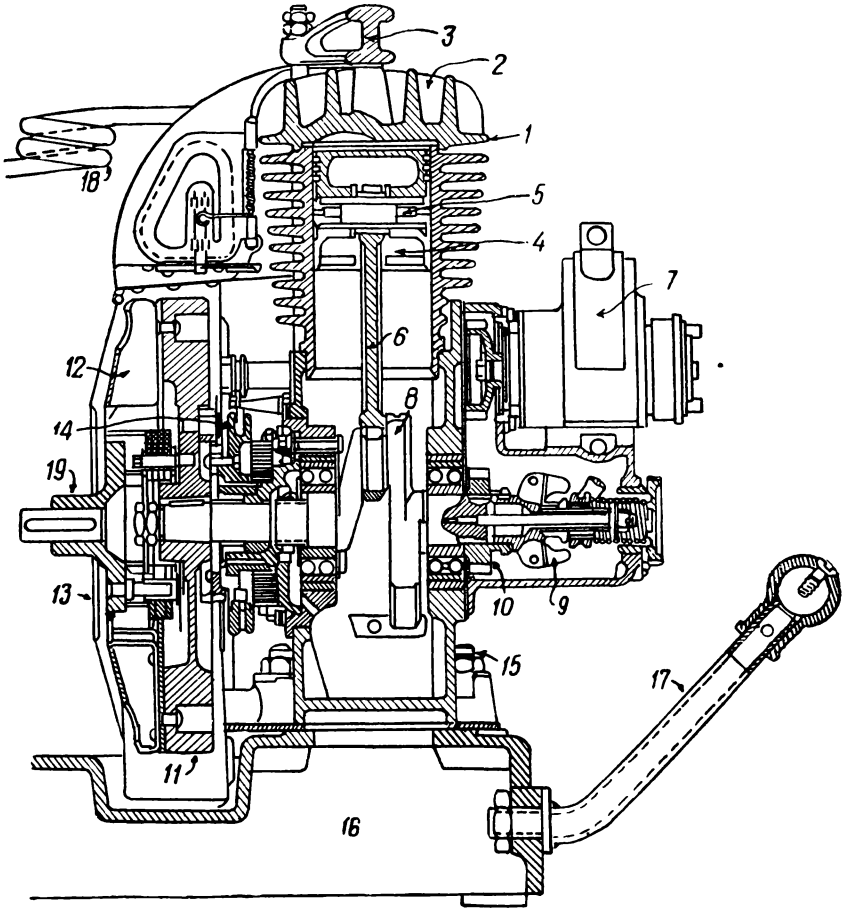


Рис. 259. Продольный разрез двигателя В-3

1 — цилиндр; *2* — головка; *3* — траверс; *4* — поршень; *5* — палец поршня; *6* — шатун; *7* — магнето; *8* — коленчатый вал; *9* — регулятор; *10* — шестерня главного вала; *11* — маховик; *12* — вентилятор; *13* — кожух вентилятора; *14* — пусковой механизм; *15* — фундаментные болты; *16* — плита агрегата; *17* — рукоятка; *18* — бензопровод; *19* — соединительная муфта

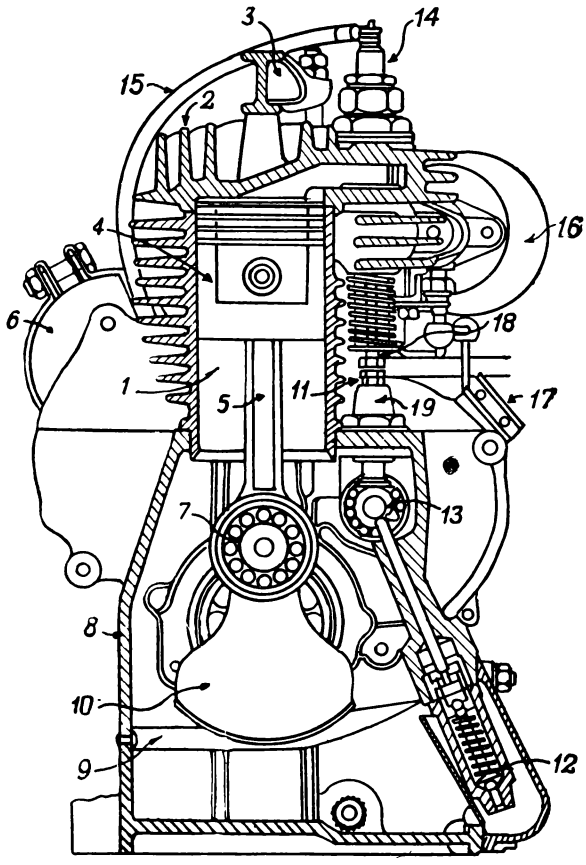


Рис. 260. Поперечный разрез двигателя В-3

1 — цилиндр; *2* — головка; *3* — траверс; *4* — поршень; *5* — шатун; *6* — магнето; *7* — роликовый подшипник; *8* — картер; *9* — корытце; *10* — противовес; *11* — клапанный толкатель; *12* — масляный насос; *13* — эксцентрик масляного насоса; *14* — свеча; *15* — провод свечи; *16* — карбюратор; *17* — сапун; *18* — стержень клапана; *19* — направляющая втулка толкателя

Таблица 8

Основные технические данные бензиновых двигателей электростанций кинопередвижек

№ п/п	Наименование	Л-3	Л-3/2	В-3
1	Мощность . . .	3 л. с.	3 л. с.	3 л. с.
2	Тип	Вертикальный, четырехтактный, одноцилиндровый	Вертикальный, четырехтактный, одноцилиндровый	Вертикальный, четырехтактный, одноцилиндровый
3	Диаметр цилиндра .	60 *мм*	65 *мм*	60 *мм*
4	Ход поршня . . .	90 *мм*	90 *мм*	66 *мм*
5	Литраж .	254 $см^3$	293 $см^3$	178 $см^3$
6	Степень сжатия .	Около 5	Около 5	4,8
7	Число оборотов .	1 500	1 500	3 000
8	Охлаждение	Водяное-термосифонное	Водяное-термосифонное	Воздушное от вентилятора
9	Емкость охлаждающей системы . . .	5 *л*	7 *л*	—
10	Карбюратор .	Солекс-1 или 2	Солекс-2	Солекс-2
11	Смазка	Разбрызгиванием, подача масла в корытце винтовым насосом	Разбрызгиванием, подача масла в корытце винтовым насосом	Разбрызгиванием, подача масла в корытце плунжерным насосом
12	Марка применяемого масла	ААС, автол 10 или 8	ААС, автол 10 или 8	ААС, автол 10 или 8
13	Объем заливаемого масла	1,2 *л*	1,6 *л*	0,6 *л*
14	Расход масла .	25 *г* на силу в час	25 *г* на силу в час	25 *г* на силу в час
15	Зажигание	Магнето СК-1 правого вращения	Магнето СК-1 или СКВ левого вращения	Магнето СКБ-1 левого вращения
16	Свеча	М 12/20 с резьбой 1М 18×1,5	М 12/20 с резьбой 1М 18×1,5	М 12/15 с резьбой 1М 18×1,5
17	Топливо	Бензин 2-го сорта	Бензин 2-го сорта	Бензин 2-го сорта
18	Емкость бензобака .	4 *л*	4,3 *л*	3,5 *л*
19	Расход бензина . . .	350 *г* на 1 л. с. в час	335 *г* на 1 л. с. в час	325 *г* на 1 л. с. в час
20	Габаритные размеры:			
	Длина	590 *мм*	620 *мм*	370 *мм*
	Ширина	450 *мм*	492 *мм*	325 *мм*
	Высота	735 *мм*	750 *мм*	555 *мм*
21	Сухой вес двигателя	81 *кг*	81 *кг*	26 *кг*
22	Вес заправленного двигателя	91 *кг*	93 *кг*	39 *кг*

Наблюдение за системой распределения

Следить за тем, чтобы во время работы болтики толкателей клапанов не разрегулировались и тем самым не нарушили нормальную работу двигателя: появление «чихания» в карбюраторе и подтёков бензина из воздухоочистителя — признак того, что двигатель теряет мощность.

Для проверки правильности распределения снять крышку клапанных пружин и проверить зазоры между головками болтиков толкателей и концами стержней клапанов (максимальный зазор при закрытом выпускном клапане—0,2 *мм*, у всасывающего—0,3 *мм*). Каждый клапан проворачиванием маховика устанавливается в закрытом положении, а величина зазора промеряется металлическими пластинками (щупами) толщиной 0,3 и 0,2 *мм*.

Зазор регулируется ввинчиванием или вывинчиванием болтика толкателя, закрепляемого после этого контргайкой.

Неисправности в распределении

Причина	Устранение
Клапан садится неплотно в свое седло	
Между конусом тарелки клапана и седлом или в зазоре между стержнем и направляющей попало постороннее тело	Промыть бензином, заливаемым через отверстие декомпрессионного краника и свечи. Несколько раз приподнять клапан и дать ему быстро опуститься под действием пружины Если дефект этим не устраняется, снять головку двигателя и тщательно промыть
Зазор у клапана разрегулировался или клапан вследствие выработки опустился ниже. При этом происходят «выстрелы» в карбюраторе	Отрегулировать зазор, ввинчивая болтик толкателя, который по достижении требуемого положения закрепить контргайкой
Клапан садится с запозданием, застревая в своей направляющей	Промыть бензином. После промывки выдуть пары бензина, оставшиеся в камере сгорания в большом количестве, проворачивая двигатель заводной рукояткой, влить немного масла в камеру сгорания для смазки зеркала цилиндра. (Промывку можно делать и кисточкой через пружины клапанов.)
Неплотная посадка клапана	Притереть клапан
Клапан обгорел	Сменить или проточить клапан

Притирка клапана производится следующим образом:

а) Снять головку цилиндра и карбюратор, сжать пружину клапана вместе с нижней чашкой и, вытолкнув чеку, вынуть клапан. Опустить поршень вниз, заполнить цилиндр тряпками во избежание засорения наждачным порошком.

б) Покрыть седло клапана тонким слоем наждачного порошка, смешанного с маслом. Посредством отвертки, вставленной в профрезерованный паз головки, а еще лучше коловоротом, притереть клапан к его седлу, меняя направление движения и не делая полных оборотов во избежание появления на седле круговых царапин (рис. 261). Для проверки качества притирки провести карандашом несколько круговых линий на притертой поверхности

тщательно промытого и обтертого клапана: если такой клапан поставить на место и, слегка нажимая, повернуть на $^1/_4$ оборота, то отсутствие следов карандаша на притертой поверхности конуса покажет хорошую притирку. Для удобства притирки под тарелку клапана целесообразно поставить мягкую пружину, чтобы клапан под действием пружины приподнимался от седла.

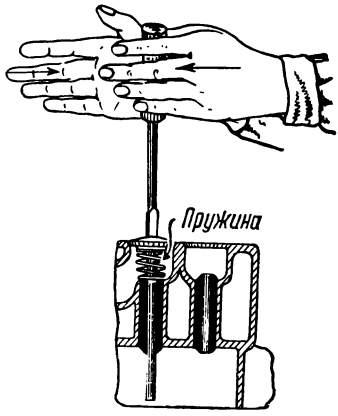


Рис. 261. Притирка клапанов

Притирка производится наждачным порошком, известным под маркой «пятиминутник».

в) Клапаны, направляющие втулки, каналы всасывания и выпуска отработавших газов и зеркало цилиндра двигателя должны быть тщательно вычищены и промыты бензином или керосином, чтобы наждак не попал в цилиндр двигателя.

Глубокие выбоины, могущие быть на клапане, притиркой уничтожать не рекомендуется, а лучше обточить клапан на станке и потом притереть, чтобы сохранить седло. Если обточка клапана на станке невозможна, заменить клапан новым.

Причина	Устранение
Клапан работает неправильно	
Сломалась пружина	Сменить пружину. Если по каким-либо причинам сделать этого нельзя, рекомендуется вставить между витками шайбу, на которую опереть сломанные концы пружины
Пружина ослабла от продолжительной работы	Сменить пружину
Износился стержень клапана или отверстие в направляющей разработалось	Сменить клапан или направляющую втулку
Зазор между клапаном и болтиком толкателя слишком велик (клапан стучит)	Отрегулировать зазор болтиком толкателя, после чего законтрить гайкой

Наблюдение за регулятором

С течением времени от постоянно меняющихся по величине усилий на пружину, а также от приработки деталей установленное число оборотов двигателя может произвольно изменяться. В подобных случаях необходимо отрегулировать центральную пружину регулятора поворотом разрезного регулировочного болта.

Обороты двигателя регулируются следующим образом. Остановить двигатель, отвернуть болт крышки корпуса регулятора, отпустить второй болт и отбросить крышку вниз, открыв доступ к регулировочному болту.

Если обороты нужно повысить, регулировочный болт поворачивается ключом влево, пружина подтягивается и не дает толкателю возможности при недостаточных оборотах прикрывать дроссель, что приводит к повышению числа оборотов. Если обороты нужно снизить, регулировочный болт

поворачивают несколько вправо, так как он имеет левую резьбу. Таким образом поворотом регулировочного болта влево или вправо двигатель регулируется на необходимые 1500 об/мин.

В случае, если обороты отрегулированы, но неустойчивы (рычаг регулятора водит), нужно подтянуть пружину обратной отдачи рычага, несколько отогнув ее лапки, после чего вновь произвести регулировку регулировочным болтом.

В случае, если подтяжка пружины не дает желаемых результатов, нужно просмотреть и прочистить жиклеры, так как обеднение или неравномерная подача рабочей смеси вызывает сильное колебание оборотов двигателя.

Пределы колебаний оборотов могут быть несколько сужены подвертыванием упорных штифтов рычага дросселя после того, как пружины уже отрегулированы.

В процессе ремонта следует обращать внимание на регулировочный болт, который в случае ослабления (отвертывается от руки) нужно вывернуть и слегка раздать конусной оправкой по внутреннему диаметру, после чего поставить на место.

Регулировку может производить только опытный мастер.

Уход за системой смазки

В качестве смазочного материала разрешается употреблять только автол.

Наиболее подходящим для теплого времени года является автол 10, для холодного — автол 8. В холодную погоду масло до пуска двигателя в ход должно быть подогрето до такой степени вязкости, чтобы после заливки в картер обеспечивалось хорошее его разбрызгивание. Как правило, масло в картере должно иметь температуру на несколько градусов выше нуля.

Первые два раза у новых двигателей масло следует сменять через каждые 20 часов работы. Впоследствии смену масла можно производить через каждые 80—100 часов. Смена масла должна производиться при хорошо прогретом двигателе.

Одновременно со сменой масла необходимо очень тщательно очистить фильтр, так как загрязнение его влечет уменьшение или прекращение подачи масла (особенно, если смазка густая), что вредно отражается на работе двигателя. Сетка очищается по мере ее загрязнения, но не реже, чем через 100 часов работы двигателя.

Спустя каждые 250—300 часов работы двигателя масло спускается и картер промывается, для чего открывают крышку картера и вынимают фильтр масляного насоса.

Картер промывается керосином посредством шприца. Фильтр также промывается керосином, после чего ставится на место. Во время установки фильтра необходимо следить, чтобы сетка своим донышком была ниже корпуса насоса на 3—5 *мм* и ни в коем случае не касалась конца его валика, в противном случае сетка фильтра от трения о валик быстро протрется и для фильтрования масла будет непригодной.

Подшипники вентилятора смазывать силодолом, закладываемым в чашечку под крыльчаткой через каждые 250—300 часов работы двигателя. Необходимо следить, чтобы фланец чашечки вентилятора был плотно прижат болтиками к шкиву во избежание выбрасывания солидола по щели, образующейся из-за плохой затяжки.

Нормальная температура масла в картере при полной нагрузке и температуре окружающей среды + 25°С не должна быть выше 70—75°С.

Неисправности системы смазки

Причина	Устранение
Недостаточная смазка двигателя	
Масла в картере двигателя нет или уровень его ниже нижней пары меток по маслоуказателю	Наполнить картер маслом до верхнего уровня
Картер наполнен маслом до надлежащего уровня, но подача масла в корытце недостаточна; двигатель перегревается. Из-за загрязнения сетки фильтра просос масла через сетку недостаточен	Слить масло через спускную пробку и промыть сетку
Во внешнюю часть картера попал бензин и масло разжижилось	Спустить масло через спускную пробку и заменить свежим
Повышенный расход масла	
Масло протекает по плоскостям свертывания	Подтянуть соответствующие болты и, если необходимо, заменить прокладки в местах свертывания новыми
Большой пропуск газа через сапун; поршневые кольца пригорели и пропускают масло в камеру сгорания, где оно сгорает, увеличивая нагар на стенках камеры и на днище поршня	Вынуть поршень, промыть кольца и поршень

Уход за системой охлаждения

Время от времени радиатор должен промываться. Для этого необходимо вывернуть спускную пробку, залить чистую воду через горловину бачка (в некоторых двигателях спускная пробка заменена краником). Вода, проходя соты и промывая проходы, вытечет внизу через отверстие вывернутой пробки или открытого краника. Чистую воду заливают в верхний бачок до тех пор, пока из спускного отверстия не потечет чистая вода. Одновременно промывается внешняя поверхность сот от отложившейся на них пыли и грязи из воздуха, просасываемого вентилятором.

В случае, если на стенках водяной рубашки двигателя будут обнаружены в большом количестве отложения накипи, ее надо очистить железным скребком или шабером через отверстия в рубашке цилиндра и головки.

Если двигатель работает на морозе до 10—15°С, то в качестве средства против замерзания воды можно применять смесь: 20% денатурированного спирта и 80% воды, следя в процессе работы за испарением и добавляя необходимое количество спирта и воды.

Если зимою употреблялись незамерзающие растворы, систему охлаждения следует тщательно промыть с наступлением теплого времени.

Предупредить замерзание воды можно также непродолжительным прогреванием двигателя работой на холостом ходу.

В результате действия горячей воды и незамерзающих растворов соединительные прорезиненные шланги ссыхаются и дают течь; их надо заменить, следя за тем, чтобы при надевании на патрубки не оторвать внутренние слои резины, которые, сузив проход воде, могут вызвать ее кипение в радиаторе.

Необходимо следить за тем, чтобы не было течи воды в системе охлаждения из-за неплотности соединений или спайки швов.

В холодное время года сейчас же по окончании работы вся вода (если радиатор заполнен водой, а не незамерзающей смесью) должна быть спущена из системы охлаждения, чтобы избежать порчи радиатора и рубашек головки цилиндра. Масло также необходимо слить.

В тех случаях, когда закипание воды в радиаторе вызвано очень высокой температурой наружного воздуха или ослаблением ремня вентилятора, а по условиям работы двигатель останавливать нельзя, работу его можно продолжать.

Закипание воды в радиаторе само по себе не вызовет вредных последствий для двигателя, если в верхний бачок подливать холодную чистую, мягкую воду с таким расчетом, чтобы не были оголены соты. Время от времени при длительной непрерывной работе необходимо пополнять убыль воды, вызванную ее испарением.

Сетка, установленная для очистки воды в горловине радиатора, должна периодически прочищаться.

Охлаждающая поверхность радиатора слишком велика для работы двигателя в холодную погоду и на морозе; поэтому во избежание нежелательного переохлаждения при наружной температуре от 0° и ниже необходимо часть сот лобовой поверхности радиатора закрыть, тем самым ослабив активность их действия.

Если в радиаторе и на стенках водяной рубашки цилиндра двигателя образовались значительные отложения накипи, последняя удаляется промывкой системы охлаждения специальной смесью. В горячей воде растворяют каустическую соду или едкий натр по 60 *г* на каждый литр воды. В раствор добавляют по 10 *г* керосина на литр. Охлаждающую систему заливают приготовленной смесью на 10—12 часов, после чего заводят двигатель, и он работает на малых оборотах до тех пор, пока смесь не закипит. В целях быстрого прогрева двигателя радиатор прикрывают картоном и снимают ремень вентилятора. После прогрева смесь сливают и промывают систему охлаждения чистой водой не менее трех раз при работающем двигателе.

Дефекты, связанные с ненормальной работой системы охлаждения

Причина	Устранение
Двигатель перегревается и вода в радиаторе кипит	
В систему охлаждения не налита вода или она имеется, но ее уровень в верхнем бачке радиатора ниже сот. Вследствие этого нормальная циркуляция затруднена	Необходимо установить причину отсутствия воды. Если вода не была налита до необходимого уровня, — долить Если в радиатор не была налита вода, а двигатель работал, нельзя сейчас же наливать холодную воду в рубашку блока цилиндра и головки. Прежде всего надо остановить двигатель, приняв меры против заедания поршня. Открыв декомпрессионный краник и вывернув свечу, налить в цилиндр 5—10 *см*³ (одну-две столовых ложки) керосина и медленно проворачивать коленчатый вал за заводную рукоятку, пока двигатель не охладится. Испарившийся керосин заменять свежим. Наливать воду в систему охлаждения без опасения, что появятся трещины в отливке цилиндра, можно лишь после того, как

Продолжение

Причина	Устранение
	двигатель остынет. Масло в картере (до пуска двигателя в ход) должно быть заменено свежим
Радиатор загрязнен	Сделать промывку
В процессе замены соединительных шлангов новыми обнаружены морщины или внутренние отрывы слоя резины, препятствующие свободному проходу воды	Устранить морщины правильным надеванием шлангов или заменить поврежденный шланг новым, если обнаружен отрыв внутренних слоев резины
Недостаточна степень натяжения ремня вентилятора или ремень оборвался	Подтянуть ремень или заменить новым
Неправильно установлен момент зажигания смеси. Двигатель перегревается и стучит	Проверить момент зажигания и установить его правильно. Опережение зажигания должно быть не ранее 20° до ВМТ
Большой расход воды, хотя вода в радиаторе не кипит, — утечка через соединения или распаявшиеся места спайки	Устранить (в зависимости от неисправности)
Вода в радиаторе кипит ввиду загрязнения сот маслом	Промыть радиатор бензином или керосином

Уход за системой питания горючим

В процессе работы двигателя необходимо следить за тем, чтобы в бензобаке всегда было достаточно горючего и чтобы бензин был предохранен от загрязнения, в противном случае фильтр бензопровода может засориться, что вызовет перебой в подаче топлива в карбюратор. Если бензин переливается через поплавковую камеру наружу, проверить, не пробит ли поплавок, не заел ли он в поплавковой камере, не попал ли посторонний предмет под запорную иглу.

Обслуживание карбюратора. Для продувки и прочистки жиклеров перекрыть поступление бензина, отвернуть два винта, крепящих поплавковую камеру к корпусу карбюратора, и отнять поплавковую камеру. Наполненную бензином поплавковую камеру накрыть плотно ладонью и нажать на поплавок: если жиклеры не засорены, через них будет фонтанировать бензин тонкой сплошной струйкой; если жиклеры работают ненормально, их необходимо продуть или прочистить жесткой щетиной.

Ни в коем случае нельзя применять металлические иглы, поскольку они разрабатывают калиброванное отверстие жиклера (тем самым вызывая увеличение расхода топлива) и нарушают регулировку двигателя.

Для осмотра пусковой жиклер вывинчивают отверткой, продувают, прочищают и плотно завертывают на свое место, следя за тем, чтобы фибровая уплотняющая прокладка не была потеряна, а находилась на месте — под жиклером. Для осмотра главного жиклера необходимо отвернуть ключом бронзовый колпачок, после чего жиклер можно свободно вынуть, продуть, прочистить или заменить новым.

Раньше чем поставить поплавковую камеру на место, нужно вынуть поплавок и проверить, не попали ли под него какие-либо посторонние предметы, мешающие нормальному оседанию поплавка вниз; обратить внимание, чтобы поплавок ходил в камере свободно и не заедал, так как заедание всегда сопровождается переливанием бензина через края поплавковой камеры, что очень опасно в пожарном отношении.

Если поплавок переливает, слегка постучать гаечным ключом снизу по камере: поплавок выровняется, всплывет и, нажимая на запорную иглу, прикроет доступ лишнего бензина в камеру.

Дефекты, связанные с ненормальной работой системы подачи топлива

Причина	Устранение
Потери топлива	
Плохо затянуты уплотнения	Осмотреть уплотнения у корпуса запорной иглы, у нипеля бензопровода и у корпуса фильтра карбюратора; устранить замеченную неисправность
Засорено седло запорной иглы	Прочистить карбюратор и продуть бензопровод
Поплавок испорчен	Сменить или запаять
Двигатель трудно запускается	
Недостаток топлива	Осмотреть, открыт ли краник топливного бака, имеется ли топливо, не засорены ли трубка бензопровода, жиклеры и отверстие в крышке топливного бака
В цилиндре двигателя скопилась богатая смесь	Открыть декомпрессионный краник и продуть цилиндр, проворачивая коленчатый вал за заводную рукоятку.
Неплотность соединения у стыка фланца карбюратора	Осмотреть и, если нужно, подтянуть болты.
Двигатель не дает полной мощности	
Засорен жиклер	Прочистить (прочищать металлической иглой не следует, чтобы не расширить отверстие и не увеличить расход бензина) и продуть жиклер
Воспламенение топлива в карбюраторе	
Во всасывающую трубу из-за бедной смеси, не успевшей сгореть к моменту открытия всасывающего клапана при пуске двигателя, и из-за неплотного закрытия всасывающего клапана выбрасываются горящие газы	Промыть бензином жиклер и седло клапана или притереть

Если происходит обратная вспышка в карбюраторе, хотя регулировка его правильна, то, очевидно, всасывающий клапан дает пропуски. Для устранения неисправности клапан надо промыть или притереть.

Двигатель стучит	
Дно поршня покрыто нагаром	Очистить
Чрезмерный расход топлива	
Неисправности двигателя	Осмотреть клапаны и поршневые кольца; в случае обнаружения сильного износа заменить их новыми. Проверить уровень масла и зажигание
Потери топлива	Проверить все соединения бензопровода и устранить течь

Запорная игла не должна заедать в своей направляющей, в противном случае неизбежны перебои в подаче топлива и остановка двигателя.

Засорение фильтра корпуса бензопровода — одна из причин, мешающих нормальному питанию двигателя топливом. Поэтому фильтр должен си-

стематически прочищаться; для этого нужно отвернуть болт фильтра, осторожно снять фильтр, промыть его в чистом бензине, продуть и осторожно поставить на место. Завертывая болт, проследить, чтобы между болтом, корпусом бензопровода и карбюратора имелись фибровые прокладки.

Уход за системой зажигания

В процессе работы следить, чтобы вода или грязь не попали под пластинку выключателя на стойке конденсатора и чтобы провода не касались выхлопной трубы и не обгорели. Это может привести к замыканию тока на корпус и, следовательно, к выключению зажигания.

Провод должен быть всегда плотно прижат к свече гайкой.

Уход за свечами. Необходимо соблюдать следующие правила содержания свечи в порядке:

а) время от времени очищать электроды свечи от осевшего на них нагара щетинной щеткой, смоченной в бензине. В случае надобности зачистку производить мелкой стеклянной шкуркой (№ 00), чтобы поверхность торца не стала шероховатой, т. е. удобной для быстрого скопления нагара;

б) хорошо просушить подмоченную свечу, так как вода, проникая между изолятором и ее металлическими частями, дает возможность току перейти на корпус помимо электродов;

в) электроды свечи должны иметь зазор в пределах 0,4—0,5 *мм*; правильность зазора проверяется щупом;

г) налет, осаждающийся на изоляторе свечи, удалять, в противном случае возможен переход тока на корпус, минуя электроды;

д) запасные свечи хранить в картонных коробочках, обернутых обтирочными концами, предохраняя коробочки от ударов о посторонние предметы (инструмент, запасные части и т. д.).

Уход за проводом. Провод не должен быть натянут туго, так как он может оборваться. Поврежденная изоляция провода исправляется изоляционной лентой. Провод с хрупкой изоляцией и оголенной местами жилой заменить новым, в противном случае возможно короткое замыкание. Провод не должен прикасаться к горячим стенкам двигателя, чтобы не портилась изоляция.

Наконечник провода и зажим содержать в чистоте; для предохранения их от окисления слегка смазывать после затяжки вазелином.

Неисправности свечи

Причина	Устранение
Прекращение искрообразования	
Свеча замаслилась или на ней образовался нагар	Очистить свечу. Для очистки фарфора свечи нельзя применять металлических предметов. На горячую свечу не следует наливать бензин — от этого портится фарфор
Расстояние между электродами мало; электроды почти соприкасаются друг с другом или они раздвинуты так, что не проскакивает искра	Раздвинуть или сдвинуть электроды до зазора 0,4—0,5 *мм*
Фарфор изолятора имеет трещину; ток проходит через нее на корпус (рис. 262)	Сменить свечу

Порядок проверки исправности свечи: вывинтить свечу и, соединив ее проводом с магнето, положить корпусом на головку двигателя так, чтобы электроды и конец провода не касались металла головки (рис. 263, *б*). Если свеча исправна, то при быстром провертывании двигателя заводной рукоят-

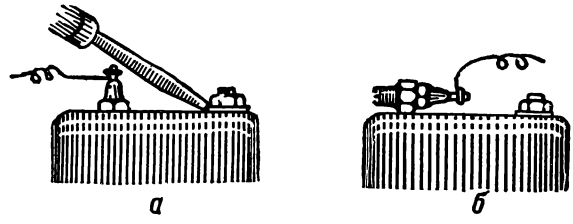


Рис. 263. Проверка исправности зажигания

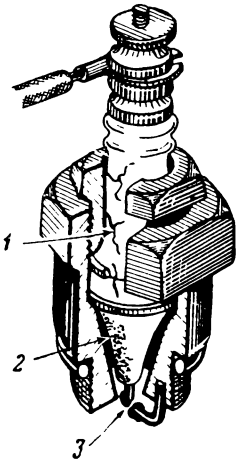


Рис. 262. Неисправности свечи

1 — трещина в изоляторе; *2* — покрытие копотью внутренней поверхности изолятора; *3* — замыкание электродов частицами нагара

кой между электродами свечи появятся искры; отсутствие искры укажет на неисправность свечи.

Для проверки исправности провода надо отъединить его от свечи, поднести на расстояние 2—3 *мм* к двигателю и быстро провернуть заводную рукоятку двигателя или проверить, как показано на рис. 263, *а*. Проскакивающая искра укажет на исправность провода и всей системы зажигания.

Дефекты в системе зажигания

Двигатель останавливается и его нельзя запустить. Необходимо проверить, проскакивает ли между электродами свечи искра; если искра проскакивает, следовательно, момент зажигания установлен неправильно. Для устранения неисправности установить момент зажигания в пределах не более 20° до ВМТ.

Искра не проскакивает между электродами вывинченной свечи. Если от освобожденного провода свечи, поднесенного на небольшом расстоянии к центральному электроду, проскакивает искра, возможны следующие неисправности системы зажигания:

Причина	Устранение
Короткое замыкание из-за дефекта изоляции свечи	Заменить свечу
Короткое замыкание из-за загрязнения электродов	Очистить электроды и убедиться, не чрезмерна ли смазка (выше верхних меток по маслоуказателю)
Короткое замыкание из-за загрязнения изолятора	Очистить изолятор
Велик зазор между электродами свечи	Установить зазор не более 0,4—0,5 *мм*

Если держать провод на небольшом расстоянии от корпуса двигателя и искра на него не проскакивает, возможны следующие неисправности:

Причина	Устранение
Короткое замыкание по причине попавшей в магнето воды	Вытереть и просушить магнето
Короткое замыкание из-за дефектов провода	Отремонтировать провод или заменить новым
Контакты прерывателя обгорели или загрязнились	Вытереть, прочистить надфилем или шкуркой № 00
Коллекторное кольцо покрыто маслом	Протереть тряпочкой, смоченной в бензине
Пробита или оборвана обмотка	Заменить магнето
Двигатель перегревается	
Двигатель работает на позднем зажигании	Передвинуть рычажок каретки прерывателя на более раннее зажигание
Двигатель стучит	
Слишком раннее зажигание	Передвинуть рычажок каретки прерывателя на более позднее зажигание

Остановка двигателя

Двигатель надо останавливать, соблюдая следующий порядок:

а) Перекрыть бензокраник.

б) Прикрыть дроссельную заслонку карбюратора, плавно нажимая рукой на рычаг карбюратора влево до отказа, и прикрыть заслонку для воздуха. Чтобы быстро остановить двигатель, нужно выключить зажигание, нажав на пружинящий контакт над крышкой прерывателя до упора; остановку двигателя путем выключения зажигания можно производить только в аварийных случаях, так как при выключенном зажигании до полной остановки двигателя в цилиндр засасывается рабочая смесь, и бензин, не сгорая, будет частично осаждаться на стенках цилиндра, смывая смазку, вследствие чего последующий запуск двигателя будет затруднен.

Останавливать двигатель выключением зажигания следует с одновременным закрыванием дроссельной заслонки. Способ выключения зажигания зависит от типа магнето, установленного на двигателе. При магнето СК-1 или СК-2 надо нажать кнопку на крышке прерывателя, чем шунтируется первичная цепь; при магнето БОШ, не имеющем кнопки для остановки двигателя, можно замкнуть свечу на корпус двигателя каким-либо металлическим предметом, причем надо коснуться сначала корпуса двигателя, затем свечи.

Для остановки двигателя нельзя выключать зажигание выдергиванием провода из магнето, так как это может привести к пробою обмотки якоря.

в) Выпустить всю воду из системы охлаждения, если она по условиям погоды может замерзнуть в остановленном двигателе.

г) Выпустить масло из картера, если при следующем запуске потребуется его подогрев.

В случае остановки двигателя на продолжительное время необходимо соблюдать следующие правила:

а) заменить масло в картере и пустить в ход двигатель на 1—2 минуты на неполных оборотах, чтобы все части промазались свежим маслом; затем остановить двигатель;

б) выпустить всю воду из системы охлаждения;

в) влить внутрь цилиндра через отверстие под свечу до 10 *см*³ масла;

г) покрыть техническим вазелином наружные части двигателя, могущие заржаветь;

д) закрыть в двигателе все отверстия, через которые могут проникнуть пыль и грязь (в частности, отверстие корпуса сапуна); если клапаны двигателя не закрыты, провернуть коленчатый вал, чтобы закрыть их.

Все эти требования должны быть соблюдены и в том случае, если двигатель транспортируется на другое место.

Для того, чтобы обеспечить содержание двигателя в полной исправности, надо предохранить его от загрязнения, проверяя во время каждой более или менее продолжительной остановки крепление гаек и болтов, исправность клапанов и их пружин.

Во всех случаях прослушивания ненормального стука выяснить и устранить его причину.

Особенности в работе двигателя В-3

Масло заливается в картер двигателя В-3 через сапун посредством воронки с сетчатым фильтром (рис. 264).

Двигатель запускается специальным заводным механизмом (рис. 265), состоящим из следующих основных деталей: шкива *1* с храповиком *2*, троса с рукояткой *3*, соединенного со шкивом *4* заводного механизма.

Потянув за трос, вводят в сцепление храповик с собачками, имеющимися в маховике, и приводят во вращение маховик, а за ним и весь кривошипно-шатунный механизм двигателя. Одновременно навивается пружина заводного механизма, соединенная одним концом со шкивом, а другим — с крышкой кронштейна, жестко соединенной с картером двигателя.

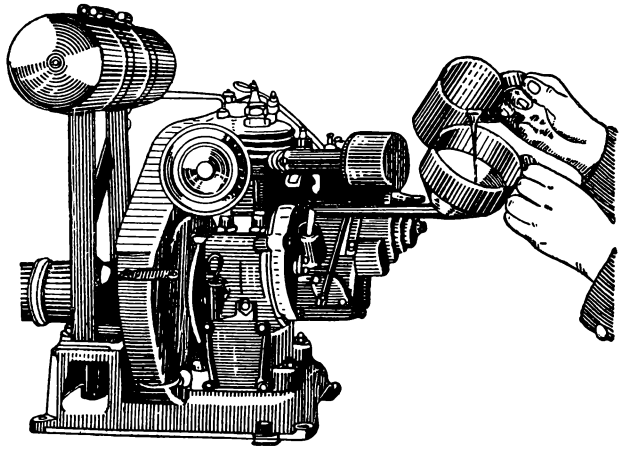


Рис. 264. Заливка масла в двигатель В-3

Придерживая агрегат от перемещения, рывком вытягивают за рукоятку трос заводного механизма (рис. 266). Вытягивать трос до отказа не следует во избежание отрыва его крепления.

Как только двигатель завелся, собачки маховика центробежной силой выводятся из зацепления с храповиком. Плавно отпуская трос, пружина приводится в первоначальное положение.

После выдергивания троса бросать рукоятку нельзя, а необходимо придержать ее, чтобы дать возможность пружине привести заводной механизм в первоначальное положение.

После запуска двигателя воздушная заслонка открывается, и двигателю дают прогреться 2—3 минуты без нагрузки на малых оборотах, придерживая

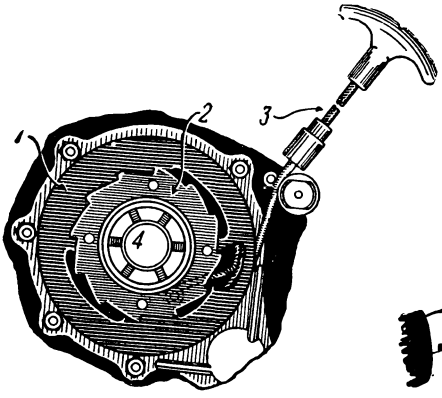


Рис. 265. Пусковой механизм двигателя В-3

1—шкив; *2*—храповик; *3*—трос с рукояткой; *4*—коленчатый вал

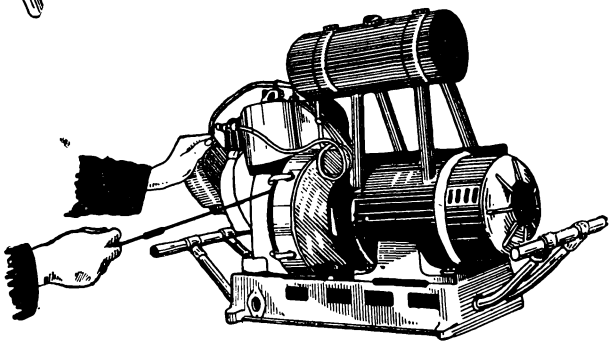


Рис. 266. Запуск двигателя В-3 выдергиванием троса заводного механизма

за тягу дроссельную заслонку. Для облегчения запуска холодного двигателя рекомендуется иногда залить через декомпрессионный краник несколько капель бензина (злоупотребление заливкой может привести к перенасыщению двигателя топливом и к разжижению смазки).

Неисправности двигателя В-3

Причина	Устранение
Двигатель не заводится или останавливается	
При вытягивании троса заводного механизма коленчатый вал не вращается (заели собачки на осях маховика и не сцепляются с храповиком заводного шкива)	Промыть бензином и освободить собачки, чтобы они свободно падали под действием собственного веса
Трос заводного механизма не наматывается на шкив. Застывшее масло затрудняет работу пружины или лопнула пружина	Промыть бензином пружину и смазать жидким маслом. Отремонтировать или заменить пружину

В случае отсутствия запасной пружины двигатель можно запустить и с лопнувшей пружиной: вытянутый трос намотать на шкив заводного механизма вручную, вращая его против часовой стрелки (если смотреть со стороны шкива).

В случае продолжительной остановки сломанную пружину удалить, тем самым облегчив наматывание троса.

Причина	Устранение
Двигатель перегревается	
Плохой обдув двигателя	Проверить, свободен ли доступ воздуха к вентилятору, не велик ли зазор между кожухом и ребрами головки, нет ли потерь воздуха из-за неправильно отогнутого отражателя воздуха

Периодические планово-предупредительные осмотры двигателя

Первый осмотр (01) производится через каждые 10 часов работы двигателя и состоит из:

а) очистки двигателя от грязи и загустевшего масла;

б) осмотра двигателя снаружи и подтяжки крепления;

в) доливки масла в картер двигателя до верхнего предела маслоуказателя и проверки уровня масла после того, как оно успеет стечь.

Второй осмотр (02) производится через каждые 50 часов работы двигателя и состоит из:

а) очистки двигателя от грязи и масла;

б) отвинчивания спускной пробки и спуска масла;

в) промывки картера, для чего в картер через сапун заливается керосин и двигатель прокручивается за рукоятку; грязный керосин слить через спускную пробку (в случае работы с новым или вышедшим из капитального ремонта двигателем операции «а», «б» и «в» должны производиться дополнительно к первому осмотру через каждые 20 часов работы двигателя);

г) проверки и подтяжки крепления;

д) вывинчивания, очистки от нагара и промывки свечи в бензине; проверки зазора между ее контактами;

е) проверки и регулировки зазоров между стержнями клапанов и головками регулировочных болтов; отрегулировав зазоры, обратить внимание на надежность крепления контргаек регулировочных болтов;

ж) снятия корпуса поплавковой камеры карбюратора; очистки, промывки и продутия жиклеров; проверки соединения топливопровода, проследив за тем, чтобы не было течи; проверки наличия топлива в карбюраторе;

з) проверки зазора между контактами прерывателя магнето;

и) проверки опережения зажигания;

к) заливки через сапун масла в картер двигателя до верхней метки маслоуказателя;

л) запуска двигателя и проверки работы маслонасоса;

м) выслушивания двигателя, обратив внимание, чтобы не было ненормальных стуков;

н) регулировки карбюратора на холостом ходу, выхлоп должен быть бездымным; не должно быть выстрелов в карбюраторе и других признаков бедной или богатой смеси;

о) проверки соосности коленчатого вала и вала генератора.

Глава 21

РАЗБОРКА ДВИГАТЕЛЯ

Двигатель подвергается разборке лишь в случае крайней необходимости и только в той части, где это нужно, памятуя, что частые разборки вредно отражаются на работе двигателя и сокращают срок его службы.

Болты и гайки нужно отвинчивать лишь соответствующими ключами, стараясь по возможности избегать раздвижных ключей или ключей не-



Правильно *Неправильно*

Рис. 267. Правильный и неправильный подбор размера ключа

соответствующих размеров, так как в случае несоблюдения правильного размера зева ключа снимаются грани гаек (рис. 267), что в дальнейшем затрудняет их отвинчивание и завинчивание.

Разборка двигателей Л-3 и Л-3/2

Порядок снятия арматуры. После спуска воды из системы охлаждения и масла из картера отделить провод от свечи, снять магнето, отнять бензопровод от карбюратора и с одного конца ослабить хомутики шлангов водяных патрубков. (Удобнее всего освободить конец хомутика, сидящий на патрубке, укрепленном на головке цилиндра, чтобы при снятии радиатора шланг остался закрепленным на его патрубке.)

После отъема радиатора снять ремень вентилятора, затем расшплинтовать и отвернуть болты кронштейна вентилятора, после чего вся вентиляционная группа отнимается от головки цилиндра.

Отвернуть гайки, крепящие маховик на коленчатом валу, после чего специальным съемником снять маховик с коленчатого вала (рис. 268).

После того как гайки, крепящие кронштейн радиатора, отвернуты, отделить кронштейн от картера двигателя. Снять тягу, связывающую дроссель с регулятором. Отвернув гайки крепления карбюратора к всасывающей трубе, отнять карбюратор.

Отвернув два болта, отъединить выхлопную трубу с глушителем.

После снятия арматуры и наружных узлов приступить к отъему внутренних групп.

Разборка внутренних групп двигателя. Гайки, крепящие головку, отвернуть крест-накрест, чтобы головка освобождалась равномерно по всей плоскости.

Подняв головку за водяной патрубок, снять ее со шпилек цилиндра. Если головка поднимается с трудом, следует, подложив под приливы головки деревянные подкладки, нанести по ним легкие удары молотком, направленные вверх. Снимая головку, соблюдать осторожность, чтобы не повредить прокладку, снимать которую удобнее всего ножом с широким лезвием.

Прокладку нужно ставить той же стороной, какой она лежала до снятия. Мятая и порванная прокладка не пригодна и подлежит замене.

Особое внимание следует обращать на край прокладки, окаймляющий контур камеры сгорания: на нем не должно быть ни надрывов, ни замятин, чтобы избежать неплотности стыка с цилиндром.

После того как головка снята, необходимо отвернуть гайку и снять крышку клапанных пружин. Отвернуть гайки крепления цилиндра к картеру и снять цилиндр.

При снятии поршня, пальца поршня, шатуна, поршневых колец и клапанов сделать на снимаемых деталях условные метки, чтобы при последующей сборке поставить их на прежние места той же стороной.

После этого отнять поршень от шатуна, небольшими круглогубцами, сжимая усики стопорных колец пальца поршня (которые можно вынуть и отверткой), вынуть их из гнезда. Через отверстие в поршне вытолкнуть палец и снять поршень.

Отвернуть гайку держателя направляющих втулок толкателей и отнять от картера толкатели вместе с втулками.

Отвернуть два болта, крепящие корпус регулятора к картеру, и отнять регулятор.

Отвернуть пять гаек и отнять переднюю крышку с заводной ручкой.

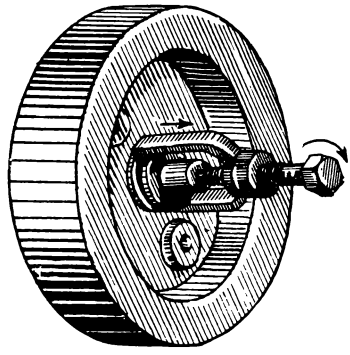


Рис. 268. Съемка маховика

Вынуть сетку фильтра масляного насоса.

Торцевым 14-*мм* ключом вывернуть болт храповой шестерни; ввернув болт от съемника маховика в храповую шестерню (рис. 269), снять ее с коленчатого вала. После этого снять находящиеся за храповиком регулирующие прокладки и распорную втулку.

Отвернуть обе гайки, крепящие масляный насос, и вынуть насос из картера. Отвернуть три гайки, крепящие кронштейн магнето, и отнять кронштейн от картера. Отвернуть три гайки, крепящие фланец кулачкового валика; легкими ударами со стороны регулятора выколотить кулачковый вал в сборе из картера.

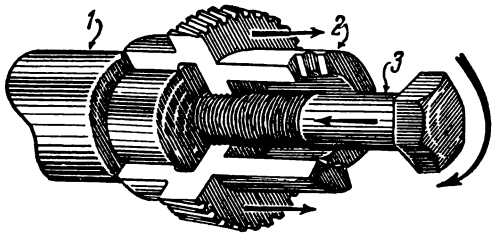


Рис. 269. Съемка храповика

1 — коленчатый вал; *2* — шестерня с храповиком; *3* — болт съемника

Остерегаться сбить сухарь, ведущий регулятор.

Отвернуть шесть гаек, крепящих задний большой фланец к картеру, и с передней стороны нанести молотком через специальную оправку несколько ударов одновременно по обеим обоймам коренного шарикоподшипника. Оправку держать строго параллельно оси коленчатого вала во избежание перекоса обоймы подшипника и порчи гнезда.

Коленчатый вал вместе с фланцем и шатуном осторожно вывести из картера (при выемке шатуна следить, чтобы не повредить масляное корытце).

На этом разборка двигателя на отдельные группы заканчивается.

Разборка группы коленчатого вала. Отвернуть болты, крепящие крышку заднего коренного подшипника коленчатого вала, и отнять крышку с прокладкой.

Снять упорное кольцо шарикоподшипника, маслоотражательный диск и заградительную шайбу заднего коренного подшипника.

Специальным съемником снять передний коренной подшипник коленчатого вала, а в случае необходимости — и задний.

Затем расшплинтовать и отвернуть гайки шатунных болтов, стягивающих нижнюю и верхнюю крышки подшипника.

После отделения шатуна от коленчатого вала нижнюю крышку разъемной головки поставить обратно на шатун, подложив под нее прокладки, и закрепить болтами.

Разборка кулачкового вала. Кулачковый вал разбирается только в случае крайней необходимости (сработка подшипника или зубьев шестерни).

Сначала отвернув стяжной болт, снять муфту привода магнето. Затем, отвернув отверткой оба винта, отъединить крышку от корпуса подшипника. Снять упорное кольцо и маслоотражательный диск шарикоподшипника. После этого на противоположном конце выколотить конический штифт и снять ведущую муфту регулятора.

Затем снять освободившиеся со всех сторон шариковые подшипники кулачкового вала.

Разборка масляного насоса. Выбить конический штифт, снять ведущую шестерню и вынуть червяк из корпуса насоса.

Снятие пружин и выемка клапанов. Придерживая клапан сверху, сжимать пружину вместе с нижней чашкой до тех пор, пока можно будет вынуть чеку из сверления на конце стержня. Сжатие пружины производить специальными щипцами, но за неимением их можно приподнять пружину концом гаечного ключа. После того, как чека вынута, а клапан несколько приподнят, снизу под седлом вынуть освободившуюся пружину с чашечкой.

В случае крайней необходимости выбить или выпрессовать вниз направляющие втулки клапана.

Разборка механизма заводной рукоятки. Отняв переднюю крышку картера, в которой смонтирован механизм заводной рукоятки, выбить штифт, находящийся в валике для заводной рукоятки, тем самым освободить пружину, чашку и валик, которые затем легко отделяются друг от друга. При выбивании штифта чашка с пружиной должна быть отжата внутрь фланца, а под валик подложен упор.

Противоположный штифт выбивать не рекомендуется, чтобы не ослаблять его при вторичной постановке на место и избежать выпадения в картер под шестерни.

Без особой надобности разборку механизма заводной рукоятки производить не следует.

Разборка группы вентилятора. Освободить стяжной болт в кронштейне вентилятора. Вынуть из посадочного отверстия валик со шкивом и крыльчаткой. Снять проволочный замок и, отвернув крепящие чашечку болты, удалить чашечку вместе с крыльчаткой. Расшплинтовать и отвернуть гайку валика, снять опорную шайбу и выбить или вынуть валик из шкива так, чтобы не попортить резьбу на его конце.

Когда валик вынут, с другого конца шкива удалить чашечку, сальник, стопорное кольцо и шайбу, после чего вынуть шариковые подшипники с распорным кольцом.

Места установки чашечки и крыльчатки должны быть отмечены по шкиву перед разборкой; во время сборки их необходимо ставить по имеющимся меткам на свое место.

Разборка регулятора. Если во время эксплоатации возникнет необходимость разобрать регулятор, разборку производить в следующем порядке:

а) освободить рычаг регулятора от тяги дросселя;

б) отвернуть два болта и отнять крышку корпуса регулятора;

в) отвернуть винт и отнять рычажок валика регулятора;

г) выбить штифт и снять рычаг регулятора;

д) вынуть валик регулятора и снять с него пружину;

е) отвернуть регулировочный болт, вынуть пружину и толкатель;

ж) выбить валики балансиров и снять балансиры;

з) снять распорные кольца и распрессовать шариковый подшипник из корпуса регулятора (при распрессовке обратить внимание, чтобы опорой служил торец гнезда подшипника, а не фланец; нажим производить на наружное кольцо подшипника; нажим должен быть ровным по всей окружности обоймы во избежание перекосов и порчи гнезда);

и) снять упорное кольцо; выпрессовать подшипники, оперев внутреннюю обойму подшипника на оправку, и мягкой оправкой сверху нажать в торец валика так, чтобы не смять резьбу под регулировочный болт.

Промыть все детали разобранного двигателя и тщательно их осмотреть. Изношенные детали заменить или отремонтировать.

Цилиндр и головка. При разборке с цилиндра и головки снять нагар, для размягчения которого в камеру сгорания налить керосин и дать ему некоторое время впитаться в нагар. Размягченный нагар легко счищается шабером или проволочной щеткой. С головки и блока нагар снимается суконной тряпкой. Перед сборкой плоскости головки и цилиндра должны быть совершенно чистыми.

По истечении некоторого времени работы двигателя отверстие цилиндра разрабатывается, становится овальным («эллипс») и требует ремонта. Расточку цилиндра вести по таблице ремонтных размеров (см. табл. 9, стр. 226—227).

Следующий (второй) ремонт производят тогда, когда диаметр расточенного цилиндра увеличился на ту же величину, что и нормальный до первой расточки. После каждой расточки поршень и кольца заменяются новыми, выбранными по ремонтным размерам.

Трещина, образовавшаяся по каким-либо причинам на зеркале цилиндра или в камере сгорания, с трудом поддается ремонту; в таких случаях цилиндр или головку желательно заменить новыми.

Трещина в рубашках цилиндра, а также в головке или в картере может быть заделана. При небольшой длине трещины можно применить следующий способ. Внутренность водяной рубашки тщательно очистить и налить в нее раствор медного купороса, дав ему просочиться через трещину. Перед заливкой раствора удалить следы жира, которые могли бы остаться в трещине, для чего обмыть трещину кипящим раствором поташа или каустической соды. Раствор медного купороса, просачиваясь через трещину, оставляет тонкий слой меди; если трещина невелика, через 10—12 часов она будет закрыта осадком чистой меди.

Небольшую трещину в водяной рубашке можно также заполнить замазкой, составленной из 66% мелких железных опилок и 33% нашатыря в порошке; к смеси добавляется вода в количестве, облегчающем введение смеси в трещину. Нашатырь быстро окисляет опилки, вызывая своего рода ржавчину, которая связывает отдельные железные частицы, затвердевает и заделывает трещину. Кроме заливки и замазки трещин, для этой же цели применяется заварка; однако ее следует производить в специально оборудованных мастерских.

Шатунно-кривошипный механизм. Во время разборки двигателя детали шатунно-кривошипного механизма подвергнуть тщательной очистке. Детали, имеющие большой износ, заменить новыми. Ремонт деталей рекомендуется делать, руководствуясь данными таблицы ремонтных размеров (стр. 226).

Если снята только головка двигателя, то для очистки поршня доступна только наружная сторона его — донышко. Для этого поршень ставят в положение ВМТ и скребком осторожно счищают нагар, следя за тем, чтобы он не попал в зазор между поршнем и зеркалом цилиндра. После очистки, повернув за маховик коленчатый вал, опустить поршень вниз, осмотреть зеркало цилиндра и удалить оставшиеся частицы нагара.

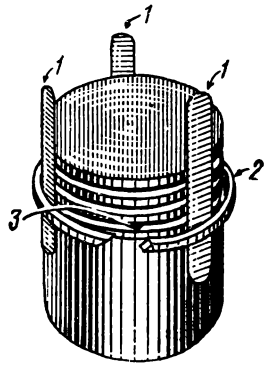


Рис. 270. Снимание колец с поршня

1 — стальные пластинки;
2 — поршневые кольца;
3 — отверстие для смазки пальца поршня

Если поршень вынут из цилиндра, снять нагар внутри поршня и удалить его с поршневых колец и из канавок под ними. Удаление нагара из канавок и с колец имеет важное значение, так как нагар уменьшает пружинение колец и препятствует правильной их работе, увеличивая пропуск газов, повышая износ цилиндра, и даже может привести к заеданию поршня.

Нагар в канавках (в зависимости от количества) удаляется промывкой керосином без снятия колец или со снятием колец с последующей очисткой. Кольца снимаются, как указано на рис. 270, тремя стальными пластинками, имеющими ширину не более 6—7 *мм* и длину 100—110 *мм*. Для того, чтобы снять кольцо, его концы нужно раздвинуть, вывести из канавки и подкладывать по очереди под кольцо пластинки.

Пластинки разводят по окружности поршня и кольцо снимают поверху. Кольца снимаются, начиная с верхнего, а надеваются обратно, начиная с нижнего. Снятие колец без вспомогательных пластинок портит их и может быть причиной поломки. После снятия колец нужно произвести тщательную промывку керосином всего поршня снаружи и внутри, а также прочистку отверстий для отвода масла по стенке цилиндра и канавок. Прочистку канавок поршневых колец можно производить приспособлением, показанным на рис. 271.

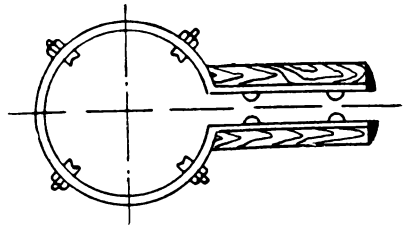


Рис. 271. Приспособление для очистки канавок поршневых колец

Особое внимание обратить на очистку отверстий, подводящих смазку в бобышки поршневого пальца, так как загрязнение их вызывает повышенный износ поршневого пальца.

После очистки поршня надеть кольца способом, указанным выше; сломанные, изношенные и потерявшие упругость кольца заменить новыми. Замки колец, надетых на поршень, не должны лежать один под другим на одной прямой; их нужно разместить равномерно по всей окружности под углом в 120°.

Исправное состояние канавок пружинных колец, крепящих палец поршня, имеет большое значение. Если края канавок местами начали вы-

крашиваться или разработались по ширине, поршень подлежит замене, иначе в работе произойдет выпадение пружинных колец и порча зеркала, цилиндра концом пальца. Пружинные кольца надо осмотреть, изношенные или потерявшие упругость кольца заменить новыми.

После смены втулки в верхней головке шатуна или развертки отверстий в бобышках поршня проверить угольником плоскости крепления цилиндра (рис. 272), сохранился ли прямой угол между образующей на юбке поршня и осью нижней головки шатуна. Такую же проверку произвести после развертки или шабровки подшипника нижней головки шатуна.

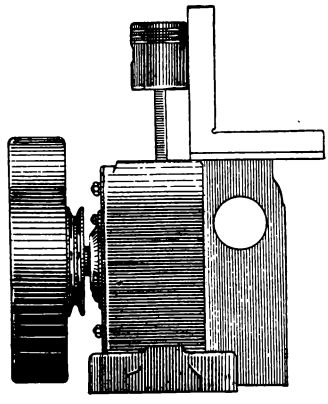


Рис. 272. Проверка правильности сборки шатунно-кривошипного механизма

Неправильная (не под прямым углом) сборка этой группы влечет за собой чрезмерный износ пальца поршня и увеличенный износ зеркала цилиндра. У шатуна прежде всего изнашивается баббитовая заливка нижней головки; в результате ослабляется посадка шатуна на шейке коленчатого вала, что вызывает стуки в картере двигателя.

Перед сборкой шатуна прежде всего проверить, направлен ли черпачок своим отверстием в сторону вращения коленчатого вала и получают ли смазку отверстия и канавки. Несоблюдение этого требования вызовет выплавление баббита и порчу поверхности шейки коленчатого вала.

В случае большого износа нижнего подшипника шатуна предварительно удаляется старый баббит, место заливки протравливается и пролуживается для лучшего сцепления металла, после чего производится новая заливка баббита. После расточки, прорезки канавок и сверловки смазочного отверстия новая заливка пришабривается по шейке коленчатого вала. Тщательность шабровки проверяется по краске. Чем большая поверхность прилегает к шейке вала, тем меньше будет ее износ.

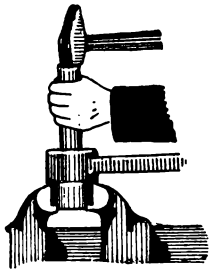


Рис. 273. Выколачивание втулки шатуна

Завод производит заливку только баббитом Б-83, состоящим согласно ОСТ НКТП 2721 из сурьмы $11 \pm 1\%$; меди $6 \pm 0{,}5\%$; олова $83 \pm 1\%$.

Крышка нижней головки затягивается так, чтобы шатун небольшим усилием руки проворачивался вокруг шейки коленчатого вала, имея довольно плотную посадку. Слишком тугая посадка может быть причиной быстрого износа шейки, как и применение для заливки баббита неподходящей марки.

Собирая нижнюю головку шатуна, следить, чтобы прокладки (толстая и тонкие) не вылезали за плоскости свертывания шатунной головки и не касались шейки коленчатого вала.

Не следует производить шплинтовку шатунных болтов шплинтами, бывшими в употреблении, во избежание облома их концов и выпадения шплинта при работе.

В случае износа бронзовая втулка шатуна выбивается, как показано на рис. 273, с принятием всех мер, предупреждающих изгиб стержня шатуна.

Во вновь поставленной втулке просверливается смазочное отверстие, соответственно имеющемуся в шатуне, и развертывается отверстие для

поршневого пальца. Если сверление не попадает в винтовую канавку, сделать еще одну канавку, соединяющую винтовую канавку со сверлением.

Если шатунная шейка коленчатого вала имеет овальную форму, ее надо перешлифовать.

Во время разборки двигателя тщательно промыть и очистить шариковые подшипники.

Погнутый коленчатый вал выправить до сборки на центрах токарного станка.

Если осмотром через лупу на валу будет обнаружена трещина, вал подлежит замене.

Особое внимание при монтаже коленчатого вала обращать на правильную шплинтовку и затяжку болтов шатуна.

Особенности разборки двигателя В-3

Снять магнето, разъединив хомут, крепящий магнето к площадке, отсоединить корпус сальника магнето; после этого снять магнето с шестерней.

Снять глушитель, отвернув обе гайки; отсоединить тяги от регулятора к карбюратору; отвернуть обе гайки и снять карбюратор.

Снять кожух вентилятора, откинув четыре защелки, крепящие кожух к диску кожуха вентилятора.

Снять пружину к пробке регулятора; отвернуть и снять пробку регулятора; снять пружину регулятора.

Снять кронштейн валика регулятора вместе с валиком.

Снять картер распределения, отвернув шесть гаек.

Отвернуть гайку, снять шайбу и шестерню распределения.

Снять регулятор, расшплинтовав и отвернув гайку шпильки; снять каретку и кронштейн балансира с грузиками регулятора; вывинтить шпильку, крепящую регулятор к валу; специальным съемником снять ведущую шестерню с хвостовика коленчатого вала.

Отвернуть свечу и пробку под свечу. Отвернуть пробку декомпрессионного краника вместе с краником.

Снять головку цилиндра и цилиндр, отвернув контргайки и гайки, крепящие траверс (отвертывать гайки поочередно по полоборота во избежание повреждения головки при перекосах). После снятия траверса снять головку с клапанами и пружинами клапанов. Снять медно-асбестовую прокладку. Снять цилиндр, придерживая поршень.

Снять поршень. Палец поршня удалить нажатием на него пальцев руки. В случае тугой посадки нагреть поршень в масле до 120—150°С и выбить палец алюминиевой выколоткой, придерживая поршень с обратной стороны деревянной колодкой с цилиндрической вырезкой, имеющей войлочную прокладку с отверстием для пальца.

После снятия поршня снять с него поршневые кольца.

Разобрать головку. Нажав на чашку пружины клапана и сжав пружину, вынуть чеку и последовательно снять оба клапана.

Снять маховик, расшплинтовав и сняв муфту сцепления; отогнув замочную шайбу и придерживая вал, отвернуть гайку, крепящую маховик. На ступицу маховика поставить специальный съемник, винт которого, вращаясь, упрется в центр торца коленчатого вала и будет стягивать маховик. Вынуть шпонку маховика.

Снять диск кожуха вентилятора, отвернув четыре винта, крепящие его к картеру.

Снять заводной механизм, отвернув держатель троса, ось ролика и стойки кожуха. Специальным ключом отвернуть гайку сальника (резьба этой гайки — левая); снять шкив заводного механизма, вытянуть конец пружины, вынимая его из прореза в шкиве; принять меры предосторожности против произвольного разворачивания пружины. Развернув пружину, снять ее с крышки кронштейна заводного механизма.

Вынуть коленчатый вал. Отвинтить гайки шпилек фланца картера и поставить вал коленом вниз. Слегка постукивая алюминиевой выколоткой в торец вала со стороны регулятора, выбить и вынуть вал вместе с шатуном. Снять крышку кронштейна заводного механизма, отвернуть гайки подшипника и снять фланец картера.

Разобрать кривошипно-шатунный механизм. Специальным съемником снять шарикоподшипники. Отвинтить стопор в щеке коленчатого вала, вынуть пробку и через отверстие удалить ролики. Снять через щеку шатун.

Разобрать масляный насос. Отвернув четыре гайки, снять крышку картера. Отвинтить четыре винта; снять сетку маслонасоса. Вывинтить цилиндр маслонасоса вместе с поршнем и мелкими деталями. Вынуть шток маслонасоса.

В случае необходимости дальнейшей разборки маслонасоса вынуть из цилиндра поршень с пальцем и шариком, пружину, обойму и шарик.

Отвинтить направляющие толкателей вместе с толкателями. Отвинтить регулировочные болты и контргайки; вынуть толкатели из своих направляющих.

Распределительный вал вынимать из картера не рекомендуется. В случае особой необходимости снять крышку подшипника распределительного вала, выбить вал вместе с подшипниками в сторону картера распределения, снять с картера распределения сапун и вывинтить из картера маслоуказатель.

Глава 22

СБОРКА ДВИГАТЕЛЯ

Перед сборкой все детали тщательно очистить от нагара, загустевшего масла, грязи и т. п., промыть в керосине или бензине жесткой щеткой. После этого тщательно осмотреть и промерить. Если износ деталей настолько велик, что зазор между сопрягаемыми деталями превышает допустимые нормы, изношенные детали заменить новыми.

При постановке деталей на место трущиеся поверхности смазать маслом. Изготовить и перед установкой промаслить новые бумажные прокладки.

Сборку двигателя вести в порядке, обратном разборке.

Болтовые соединения. Болтовые крепления должны быть произведены ключом с нормальной длиной плеча. Удлинять ключ надставкой трубы или каким-либо другим способом не следует.

Опорные плоскости болта и гайки не должны иметь зазоров со стягиваемыми деталями.

Постановку болта в совмещаемые отверстия и посадку на шпильки производить свободно от руки или под ударами деревянного молотка.

Длина выступающего из гайки конца болта не должна превышать 0,5—3 ниток.

Все устанавливаемые болты и гайки смазать маслом.

Затяжку плоскостей, стягиваемых несколькими болтами, производить постепенно в шахматном порядке.

Завернутая гайка удерживается от самоотвинчивания трением, возникающим в резьбе между гайкой и болтом и трением между опорными

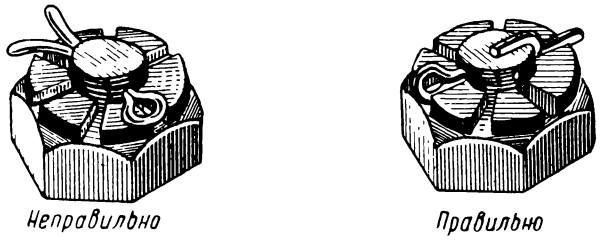


Рис. 274. Шплинтовка гайки разводным шплинтом

поверхностями гайки и детали. Более надежным средством против отвинчивания гаек являются шплинты.

Шплинтовка. Пропустив шплинт через отверстие в стержне болта, утопить его в прорези коронки гайки.

Размер шплинта должен соответствовать месту его использования.

Развод шплинтов и их головки должны лежать в плоскости продольного сечения болта (рис. 274).

Длина разводного конца не должна превышать 8—12 *мм*.

Развод не должен иметь острого или прямого угла перелома.

Не допускать замены шплинтов проволокой или другими мало подходящими заменителями.

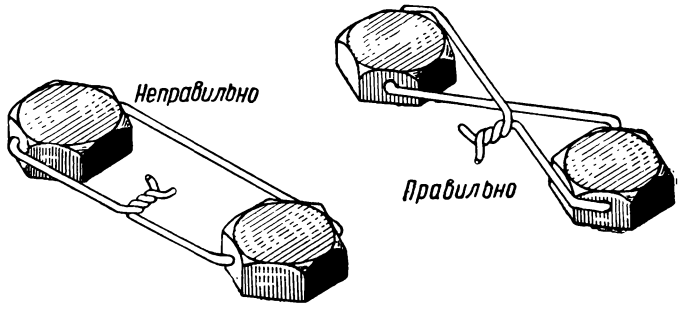


Рис. 275. Шплинтовка болтов проволокой

В местах установки шплинтовки проволокой последняя должна быть мягкой и отожженной. Шплинтовку производить восьмеркой со скручивающим замком на середине (рис. 275). Концы проволоки надлежащим образом скрутить и заправить.

Промытые и собранные в узлы детали должны быть без загрязнений или заусенцев на рабочих поверхностях.

Устанавливаемые сальники хорошо проварить в техническом животном жире.

Со всех деталей удалить следы ржавчины и окалины.

Порядок сборки двигателей Л-3 и Л-3/2

Двигатель собирается последовательно в порядке, обратном разборке.

Прежде всего необходимо собрать комплект поршня с кольцами, обратив внимание на то, чтобы:

а) кольца поршня не заедали в своих канавках;

б) в цилиндре при нормальном сжатии колец обязательно был зазор в замке 0,1 — 0,3 *мм*;

в) замки колец на поршне были расположены под углом в 120°;

г) отверстия в бобышке для подводки смазки к кольцу поршня были тщательно прочищены.

Коренной шариковый подшипник запрессовать во фланец картера, а затем вместе с фланцем напрессовать на коленчатый вал со стороны конуса.

Шатун укрепить на шейке коленчатого вала, обратив особое внимание на состояние шплинтов (не ставить шплинты, бывшие в употреблении).

Нижнюю головку шатуна ее черпачком направить в сторону вращения коленчатого вала.

Не забывать о постановке прокладок (двух латунных — толщиной 0,15 *мм* и одной стальной— толщиной 2,7 *мм*) между шатуном и его крышкой с каждой стороны.

Проследить, чтобы отверстие для смазки в запрессованной втулке верхней головки шатуна совпало с отверстием в шатуне и лежало на оси винтовой канавки.

Нижнюю головку шатуна тщательно пригнать по валу. Продольное перемещение шатуна на валу допускается не более 0,4 *мм*.

Окончательно закрепив шатун, зашплинтовать шатунные болты согласно указаниям о шплинтовке.

Шатун, надетый на коленчатый вал, не должен иметь качки, а свободно и равномерно проворачиваться от руки, но не под действием силы тяжести поршня и шатуна, поставленных в горизонтальном положении.

Проверить качество шплинтовки болтов противовесов. Прочное крепление противовесов должно гарантировать отсутствие качания и производиться ключом с нормальной длиной плеча.

Головки болтов прошплинтовываются проволокой крест-накрест с соблюдением всех правил шплинтовки, изложенных выше.

После этого осмотреть картер двигателя, в котором установлено масляное корытце.

Ввести в картер коленчатый вал в сборе с шатуном, остерегаясь повредить масляное корытце, и закрепить фланец к картеру отверстием для стока масла вниз.

Поставить картер на конусный торец коленчатого вала и через специальную оправку ударом молотка (или посредством пресса, обеспечивающего посадку без перекосов) поставить второй (передний) коренной шариковый подшипник одновременно на коленчатый вал и в гнездо картера. При этом оправка должна опираться одновременно на внутреннюю и наружную обоймы шарикоподшипника.

Подшипники до запрессовки тщательно промыть в содовой воде и керосине и продуть.

Поставить коленчатый вал на оба коренные шариковые подшипники в картер со стороны маховика; после этого поставить на коленчатый вал заградительную шайбу, маслоотражательный диск и закрепить их упорным кольцом шарикоподшипника.

Поставить на место крышку заднего коренного подшипника так, чтобы

своим углублением для собирания масла она была расположена книзу против отверстия во фланце для спуска масла.

После этого крышку закрепить болтами и привернуть кронштейн радиатора.

Проверить, не цепляет ли вал за стенки маслогона.

Поставить на коленчатый вал храповую шестерню со всеми находящимися под ней прокладками и упорной втулкой.

Надеть маховик на конусный конец коленчатого вала, поставив шпонку, и закрепить маховик гайками.

Собрать порядком, обратным разборке, и поставить на место группу кулачкового вала, отрегулировав распределение и обратив внимание, чтобы отверстие для стока масла, имеющееся во втулке подшипника кулачкового вала со стороны привода магнето, стояло книзу.

Поставить на место втулки толкателей вместе с толкателями и укрепить их держателем.

Надеть на шатун поршень в сборе с кольцами, застопорив палец поршня стопорными пружинными кольцами (кольца должны плотно сидеть в своих пазах).

Проверить угольником перпендикулярность шатуна с поршнем по отношению к оси шейки коленчатого вала (см. рис. 272). Образующая поршня после сборки должна быть перпендикулярна плоскости крепления цилиндра к картеру. Просвет угольника по образующей и плоскости на картере допускается не более 0,05 *мм*; в случае большего перекоса выправить шатун.

Установить цилиндр с заранее поставленными клапанами; при постановке клапанов руководствоваться имеющимися на них метками; поставить под цилиндр (и под все детали, где это предусмотрено) бумажную прокладку. Перед постановкой цилиндра смазать поршень и еще раз проверить правильность расположения замков поршневых колец.

Поставить на место латунно-асбестовую прокладку и накрыть цилиндр головкой. Гайки крепления головки завертывать крест-накрест.

Собрать и установить масляный насос и фильтр.

Собрать механизм заводной рукоятки и привернуть на место.

Установить крышку распределения и крышку клапанных пружин.

Собрать и установить вентилятор и надеть ремень, зашплинтовать болты кронштейна.

Установить радиатор, соблюдая зазор между сотами и крыльчаткой в пределах 5—20 *мм*.

Поставить глушитель, привернув выхлопной патрубок.

Собрать и поставить на место регулятор, обратив внимание на то, чтобы:

а) балансиры свободно, без заеданий, поворачивались на своих осях;

б) шарикоподшипник сидел в своем гнезде плотно, без перекосов, а шток свободно, без заеданий, перемещался вдоль своей оси (допускается неодновременное прилегание балансиров к штоку не более 2 *мм*);

в) регулировочный болт был ввернут в гайку на длину не менее 4 *мм*;

г) разводка болта была произведена так, чтобы регулировочный болт проворачивался под действием ключа с нормальной длиной ручки (рукой болт поворачиваться не должен);

д) дроссель после регулировки двигателя был плотно закреплен и законтрен шайбой;

е) посадка рычага регулятора после заштифтовки на валике была плотной, без качки.

Ставя на место собранный регулятор, особое внимание обратить на правильность его центровки с ведущей муфтой на распределительном валу;

для этого, как только регулятор будет посажен в картер распределения, слегка прихватить его болтами с таким расчетом, чтобы он при незначительном усилии мог двигаться в стороны; держа одной рукой выступающую часть регулятора, другой рукой вращать маховик до тех пор, пока колебания регулятора перестанут ощущаться рукой, после чего окончательно закрепить регулятор болтами.

В процессах разборки, сборки и эксплоатации осторожно обращаться с рычагом регулятора, не допускать ударов или рывков рукой рычага на себя во избежание поломки рычажка валика регулятора.

Поставить на место карбюратор, соединив его с регулятором и бензобаком.

Закрепить площадку под магнето. Установить магнето.

Завернуть спускную пробку картера и заправить двигатель маслом по верхнюю метку маслоуказателя.

Проверить соединение шлангов радиатора, затяжку спускной пробки и налить воду в радиатор.

Налить в бачок бензин и проверить наполнение карбюратора.

Перед пуском окончательно произвести наружный осмотр двигателя.

Прикрыть воздушную заслонку для подсоса в цилиндр смеси. Взяться за заводную рукоятку, подвести поршень к началу сжатия и, дав рывком обороты, завести двигатель (последний жестко закрепить предварительно на своем месте).

Как только двигатель заведется, открыть воздушную заслонку и дать двигателю поработать на холостом ходу на малых оборотах (800—1000 оборотов в минуту). После этого можно постепенно перевести двигатель на нормальные 1500 оборотов в минуту.

Перед запуском двигателя установить поздний угол опережения зажигания.

Особенности сборки двигателя В-3

Установить распределительный вал, поставить крышку подшипника. Толкатели вложить в направляющие, завинтив в них регулировочные болты с контргайками. После этого направляющие вместе с толкателями завинтить в картер на графите.

Собрать маслонасос. В цилиндр маслонасоса вложить шарик, обойму и пружину. Собрать поршень маслонасоса, вложить шарик и забить палец. Поршень вложить в цилиндр. В картер вложить шток маслонасоса и завинтить цилиндр в картер. Вложить фильтр и привинтить к картеру винтами; положить промасленную бумажную прокладку и поставить крышку картера, закрепив ее гайками.

Собрать кривошипно-шатунный механизм. Надеть шатун, поставить ролики, пробку и завинтить стопор пробки. Во избежание отвинчивания стопор кернеруется.

Надеть на вал шайбу крепления подшипника. Насадить на вал фланец картера вместе с подшипником. Установить шайбу подшипника и шайбу-замок; завинтить гайку крепления подшипника. Поставить и закрепить тремя болтами крышку-кронштейн заводного механизма. Подложить бумажную прокладку под фланец. Вал установить в картер. Набить сальник.

Установить заводной механизм. Смазать пружину техническим вазелином; надеть один конец пружины на прорезь в крышке кронштейна и вложить в крышку кронштейна. На шкив навернуть трос; шкив поставить на ступицы крышки. Другой конец пружины надеть на вырез в шкиве. Ввинтить гайку

сальника, поставить тросодержатели, ось ролика и стойки кожуха. Завинтить гайку сальника до отказа. Проверить действие заводного механизма.

Установить и закрепить четырьмя винтами диск кожуха вентилятора.

Установить маховик, закрепив гайкой с замочной шайбой.

Установить поршень и запрессовать палец.

Перед установкой пальца в поршень и верхнюю головку шатуна поршень нагреть в масле до температуры 150°С. Надеть поршневые кольца.

Собрать головку с клапанами, пружинами клапанов, чашками пружин и чеками.

Подложить промасленную бумажную прокладку под цилиндр и поставить цилиндр.

Установить головку, подложив медно-асбестовую прокладку и обратив внимание на то, чтобы клапанные пружины не задевали ребер цилиндра (стержни клапанов должны находиться над серединами регулировочных болтов толкателей). Обеспечить равномерное прилегание головки к цилиндру. Установить траверс и закрепить гайками и контргайками.

В головку ввернуть пробку под свечу и пробку под краник вместе с краником. Ввинтить свечу. Пробки ввертывать на графите, чтобы не сорвать резьбу при отвертывании.

Наложить и привинтить крышку подшипника распределительного вала. Надеть на хвостовик коленчатого вала ведущую шестерню со шпонкой.

Надеть кронштейн балансиров регулятора с балансирами, затем каретку регулятора с упорной муфтой и шарикоподшипником; завинтить шпильку крепления кронштейна балансиров, надеть шайбу, завинтить и зашплинтовать гайку.

Надеть шестерню распределения, обращая внимание на совпадение меток на зубьях ведущей шестерни и шестерни распределения. Отрегулировать газораспределение, выдержав соответствующие зазоры между регулировочными болтами толкателей и стержнями клапанов.

Положить промасленную бумажную прокладку и установить картер распределения.

Положив промасленную бумажную прокладку, поставить кронштейн вилки регулятора вместе с вилкой.

Завернув пробку, поставить пружину регулятора к пробке регулятора.

Поставить кожух вентилятора и защелкнуть четыре защелки.

Подложить клингеритовую или асбестовую прокладку под карбюратор и установить карбюратор. На одну шпильку надеть петлю щитка кожуха вентилятора и затянуть гайки. Наложить медно-асбестовую прокладку и поставить глушитель.

Установить магнето. Шестерню ввести в зацепление и закрепить крышку сальника магнето. Произвести регулировку зажигания и затянуть хомут.

Устанавливая магнето, следить, чтобы при всех положениях между зубьями шестерен имелся зазор. Присоединить провод к свече.

Установить сапун и маслоуказатель, предварительно вложив в сапун сетку, а под сапун подложить бумажную прокладку.

Заправить двигатель маслом, наполнить бензобак и проверить наполнение поплавковой камеры карбюратора.

Произвести окончательный наружный осмотр собранного двигателя.

Глава 23

РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ

Текущий ремонт

В процессе текущего ремонта (через каждые 250 часов работы) производится частичная разборка двигателя, смена и ремонт сработавшихся деталей (главным образом поршневых колец) и притирка клапанов.

Последовательность операций следующая.

а) очистить двигатель от грязи и масла;

б) сменить масло в картере;

в) снять карбюратор и глушитель; снять головку цилиндра; снять цилиндр;

г) очистить от нагара поверхность поршня и камеры сгорания;

д) притереть клапаны;

е) промыть и собрать клапанный механизм;

ж) проверить зазоры между кольцами и канавками в поршне (зазор не должен превышать 0,2 *мм*);

з) проверить зазоры в стыке колец; если зазор превышает 1,0 *мм*, заменить кольца, установив зазор 0,18 — 0,33 *мм* (проверку зазора в стыке кольца производить в нижней части цилиндра);

и) проверить магнето; прочистить контакты прерывателя и отрегулировать зазоры между ними при размыкании;

к) очистить и промыть свечу от нагара;

л) промыть карбюратор; продуть жиклеры;

м) испытать двигатель; проверить запуск, работу масляного насоса и карбюратора, а также регулировку его на холостом ходу; проследить за тем, чтобы не было течи в топливопроводе и просачивания смазки; выслушать двигатель — нет ли ненормальных стуков и шумов;

н) заполнить паспорт, перечислив проделанный ремонт (см. форму паспорта).

Капитальный ремонт

Капитальный ремонт двигателя производится через каждые 500 часов работы и только в ремонтной мастерской.

Прежде чем приступить к ремонту, тщательно осмотреть разобранные, очищенные и промытые от нагара детали двигателя и произвести микрометраж их (промер).

На основании данных осмотра и микрометража составляется дефектная ведомость, в которой определяется необходимый ремонт, обычно заключающийся в следующем:

а) вывести овальность и конусность зеркала цилиндра путем шлифовки под увеличенный поршень;

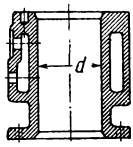
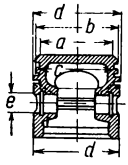
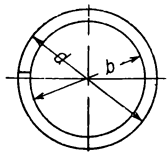
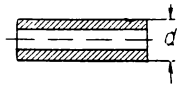
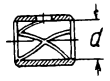
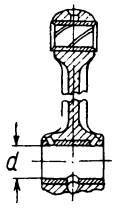
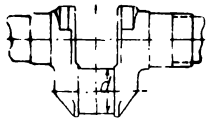
б) поставить новый поршень увеличенного диаметра, выдерживая при токарной обработке поршня размер, обеспечивающий монтажный зазор 0,16 — 0,25 *мм*;

в) поставить новые кольца, установив зазор в стыке колец 0,18 — 0,33 *мм*;

г) заменить втулку верхней головки шатуна; профрезеровать в сборе с шатуном канавку для смазки; развернуть втулку под нормальный палец;

д) сменить поршневой палец;

Таблица ремонтных размеров основных

Наименование детали	Эскиз	Условные обозначения	Нормальные размеры	
			Л-3	Л-3/2
Цилиндр		*d*	$60^{+0,03}$	$65^{+0,03}$
Поршень		*a*	$54^{+0,2}$	$59_{-0,2}$
		b	$60_{-0,35}$	$65_{-0,35}^{-0,3}$
		c	$60_{-0,15}^{-0,2}$	$65_{-0,15}^{-0,2}$
		d	$60_{-0,09}$	$65_{-0,09}^{-0,07}$
		e	$16^{+0,019}$	$18^{+0,019}$
Поршневое кольцо		*d*	$60_{-0,02}$	$65_{-0,02}$
		b	$55\pm0,1$	$60\pm0,1$
Палец поршня		*d*	$16_{-0,012}$	$18_{-0,012}$
Втулка шатуна		*d*	$16^{+0,019}$	$18_{-0,019}$
Шатун		*d*	$35^{+0,065}_{+0,040}$	$35^{+0,065}_{+0,040}$
Коленчатый вал		*d*	$35^{+0,02}_{+0,003}$	$35^{+0,02}_{+0,003}$

деталей двигателей Л-3 и Л-3/2 Таблица 9

Первый ремонт		Второй ремонт		Характер восстановления
Л-3	Л-3/2	Л-3	Л-3/2	
$60{,}5^{+0{,}03}$	$65{,}5^{+0{,}03}$	$61^{+0{,}03}$	$66^{+0{,}03}$	Расшлифовка
$54{,}5-0{,}2$	$59{,}5-0{,}2$	$55-0{,}2$	$60-0{,}2$	Сделать новый
$60{,}5^{-0{,}3}_{-0{,}35}$	$65{,}5^{-0{,}3}_{-0{,}35}$	$61^{-0{,}3}_{-0{,}35}$	$66^{-0{,}3}_{-0{,}35}$	
$60{,}5^{-0{,}2}_{-0{,}15}$	$65{,}5^{-0{,}2}_{-0{,}15}$	$61^{-0{,}2}_{-0{,}15}$	$66^{-0{,}2}_{-0{,}15}$	
$60{,}5^{-0{,}07}_{-0{,}09}$	$65{,}5^{-0{,}07}_{-0{,}09}$	$61^{-0{,}07}_{-0{,}09}$	$66^{-0{,}07}_{-0{,}09}$	
$16{,}5^{+0{,}019}$	$18{,}5^{+0{,}019}$	$17^{+0{,}019}$	$19^{+0{,}019}$	Развернуть
$60{,}5-0{,}026$	$65{,}5-0{,}02$	$61-0{,}02$	$66-0{,}02$	Сделать новое
$55{,}5\pm0{,}1$	$60{,}5\pm0{,}1$	$56\pm0{,}1$	$61\pm0{,}1$	
$16{,}5-0{,}012$	$18{,}5-0{,}012$	$17-0{,}012$	$19-0{,}012$	Заменить новым
$16{,}5^{+0{,}019}$	$18{,}5^{+0{,}019}$	$17^{+0{,}019}$	$19^{+0{,}019}$	Развернуть
$34{,}5^{+0{,}065}_{+0{,}040}$	$34{,}5^{+0{,}065}_{+0{,}040}$	$34^{+0{,}065}_{+0{,}040}$	$34^{+0{,}065}_{+0{,}040}$	Расточить и пришабрить в новой заливке
$34{,}5^{+0{,}02}_{+0{,}003}$	$34{,}5^{+0{,}02}_{+0{,}003}$	$34^{+0{,}02}_{+0{,}003}$	$34^{+0{,}02}_{+0{,}003}$	Прошлифовать

е) притереть клапаны; в случае прогара клапанов проточить или заменить их новыми;

ж) заменить направляющие клапанов.

По окончании ремонта двигатель собирается, заправляется водой, маслом и горючим и обкатывается.

Рекомендуется обкатывать двигатель без нагрузки: 1) на малых и средних оборотах — 10 минут; 2) на нормальных оборотах — 20 минут.

После обкатки двигателя снять головку и цилиндр и произвести проверку — нет ли заеданий, нет ли рисок на поверхности зеркала цилиндра, не греется ли палец поршня и втулка верхней головки шатуна, нет ли цветов побежалости на деталях.

После этого производится монтаж цилиндра и головки; двигатель в течение одного часа подвергается проверке и регулировке на средней и нормальной нагрузке.

После обкатки спустить масло из картера, промыть картер керосином и заправить двигатель свежим маслом и горючим.

Двигатель запустить, прослушать и сдать в эксплоатацию.

Первую смену масла в двигателе, вышедшем из капитального ремонта, производить не позднее, чем через 20 часов работы.

В табл. 9 приведены ремонтные размеры основных деталей двигателей Л-3 и Л-3/2.

Ремонтные детали имеют клеймо и отличительную окраску: детали, соответствующие по размерам заменяемым при первом ремонте, имеют клеймо Р-1 и окраску голубую; детали, заменяемые при втором ремонте, имеют клеймо Р-2 и окраску белую.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается подготовка двигателя к пуску?
2. Каков порядок пуска двигателя в ход?
3. Как пускается двигатель после длительной остановки?
4. Как обеспечить пуск холодного двигателя?
5. В каких случаях приходится производить притирку клапанов и как это делается?
6. По каким причинам смазка в двигателе может быть недостаточной и как устранить эти причины?
7. Какая причина может вызвать повышение расхода масла и как ее устранить?
8. Какие средства можно применить против замерзания воды в радиаторе?
9. Как следует поступать, если обнаружилось, что двигатель случайно работал без воды в радиаторе?
10. Какие причины могут вызвать кипение воды в радиаторе и как эти причины устранить?
11. Какие дефекты в работе двигателя связаны с ненормальностями в системе подачи топлива?
12. В чем состоит уход за свечами?
13. Как проверяется исправность свечи?
14. Что нужно проверить при отсутствии искры?
15. Отчего в двигателе могут возникнуть стуки?
16. Отчего двигатель может перегреваться?
17. Перечислите порядок остановки двигателя.
18. Как запускается двигатель В-3?
19. Какие операции входят в первый и второй осмотры двигателей?

20. Какие общие условия обязательны при разборке двигателя?

21. Какие условия должны быть соблюдены при сборке двигателя?

22. Какие работы входят в текущий ремонт двигателя и в какие сроки должен выполняться этот вид ремонта?

23. Какие работы входят в капитальный ремонт и в какие сроки должен выполняться этот вид ремонта?

Глава 24

ЗАМЕНИТЕЛИ БЕНЗИНА В ДВИГАТЕЛЯХ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Приспособление для питания бензинового двигателя керосином

По сравнению с бензином керосин испаряется при более высокой температуре, поэтому применение в бензиновых двигателях керосина в качестве горючего возможно лишь при условии предварительного подогрева керосина и воздуха, засасываемого для образования рабочей смеси.

Если это условие не выполняется, в цилиндр двигателя вместо горючей газообразной смеси засосется жидкий керосин, который будет сгорать не полностью, что неизбежно приведет к образованию твердого нагара, ускоряющего износ цилиндра. Кроме того, остатки жидкого керосина, стекая по стенкам цилиндра в картер, смывают смазку и ухудшают смазочные свойства масла в картере, а это также ведет к ускоренному износу трущихся деталей двигателя.

Керосин при использовании его в бензиновых двигателях имеет склонность к детонации, т. е. к преждевременному воспламенению смеси вследствие повышения температуры при сжатии.

Причина — свойство керосина воспламеняться при более низкой температуре, чем бензин.

Детонация вызывает резкие стуки во время работы двигателя и влечет за собой понижение мощности и повышенный износ подшипников и втулок.

В силу этих причин работа бензиновых двигателей на керосине или на смеси бензина с керосином без применения специальных приспособлений не допускается.

Известны случаи, когда в двигателе, питаемом смесью бензина с керосином, из-за смыва и разжижения смазки имели место заклинивание поршня и поломка двигателя.

Бесперебойную, устойчивую и безопасную работу бензинового двигателя на керосине обеспечивает применение специального приспособления — керосиновой приставки.

Передвижная электростанция, работающая на керосине с кинопередвижкой К-25, расходует керосина около 500 *г* в час на одну силу; на каждый пуск двигателя расходуется около 75 *г* бензина.

На рис. 276 показана керосиновая приставка к двигателю Л-3.

Для использования керосиновой приставки в двигателе Л-3/2 изменяется только деталь, соединяющаяся с головкой двигателя; все остальное остается без изменения.

Принцип действия керосиновой приставки. Для перевода бензинового двигателя на питание керосином необходим подогрев засасываемой в цилиндр смеси керосина с воздухом. Этот подогрев осуществляется и с п а р и т е л е м, подогреваемым выхлопными газами двигателя.

Первоначально испаритель нагревается путем запуска двигателя на бензине. Несколько минут спустя трубопровод, цилиндр и поршень нагреваются до температуры, достаточной для испарения керосина. Для того чтобы избежать понижения температуры смеси в результате засасывания холодного воздуха, всасывающая труба размещается так, чтобы в нее поступал горячий воздух, окружающий удлиненную выхлопную трубу.

Горячий воздух засасывается в непосредственной близости от выхлопных патрубков через воздухоочиститель и дифузор, где частицы керосина захватываются через жиклер потоком воздуха и распыляются. Поступая в нагретые трубки испарителя, керосин испаряется и образует с воздухом горючую смесь, поступающую в цилиндр.

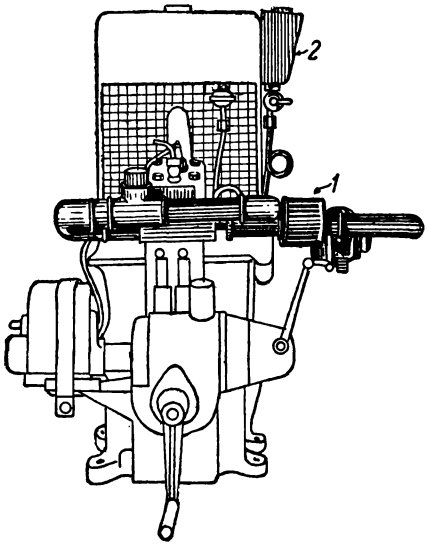


Рис. 276. Керосиновая приставка на двигателе Л-3
1 — приставка; *2*— бензиновый бачок

Устройство приспособления для двигателя Л-3. Коллектор (рис. 277) представляет собой стандартную деталь двигателя Л-3, укрепленную на головке цилиндра посредством шпилек.

Для крепления выхлопного патрубка *3* с левой стороны в коллекторе нарезается специальная резьба; с другой стороны к коллектору крепится испаритель — тонкостенный стальной цилиндр, в который вставлены две перегородки *5*, соединенные пятью трубками *6*, развальцованными в перегородках. Фланцы *7* и *8* туго завинчиваются в цилиндр, сжимая уплотняющие клингеритовые прокладки. В корпус испарителя впаиваются медью или серебром (или завариваются) входной и выходной патрубки *10* и *11*.

Тройник *18* предназначен для выпуска выхлопных газов в атмосферу, минуя испаритель в тех случаях, когда двигатель перегревается или когда в испарителе нет надобности, поскольку двигатель работает на бензине.

Приспособление собирается в виде отдельного блока и устанавливается на двигателе в собранном виде (рис. 278).

Так как двигатель запускается на бензине, на двигателе монтируется дополнительный бензиновый бак *5*, который крепится специальным угольником под те же болты, что и основной бак, используемый для керосина.

Подготовка двигателя для работы на керосине. Устанавливая приспособление на двигателе, необходимо произвести следующие переделки:

а) сменить жиклер с отверстием диаметром 0,56 *мм*, установленный заводом для бензина, на новый, специально изготовленный, диаметром 0,50 *мм* (если нет возможности изготовить новый жиклер требуемого размера, под игольчатый затвор поплавковой камеры можно подложить прокладку толщиной 3 *мм* для того, чтобы понизить уровень горючего в поплавковой камере);

б) поводок регулятора несколько удлинить, чтобы добиться нормального числа оборотов двигателя (1500);

в) от головки двигателя до подогревателя произвести тщательную теплоизоляцию выхлопной трубы (это имеет решающее значение для устойчивой работы, особенно в холодное время года);

г) между головкой двигателя и цилиндром проложить прокладку толщиной в 1 *мм* (этим достигается увеличение камеры сгорания и уменьшение степени сжатия смеси, благодаря чему исключается опасность детонации);

д) снять глушитель (вследствие удлинения и усложнения формы выхлопного трубопровода возрастает сопротивление выхлопу газов в атмосферу,

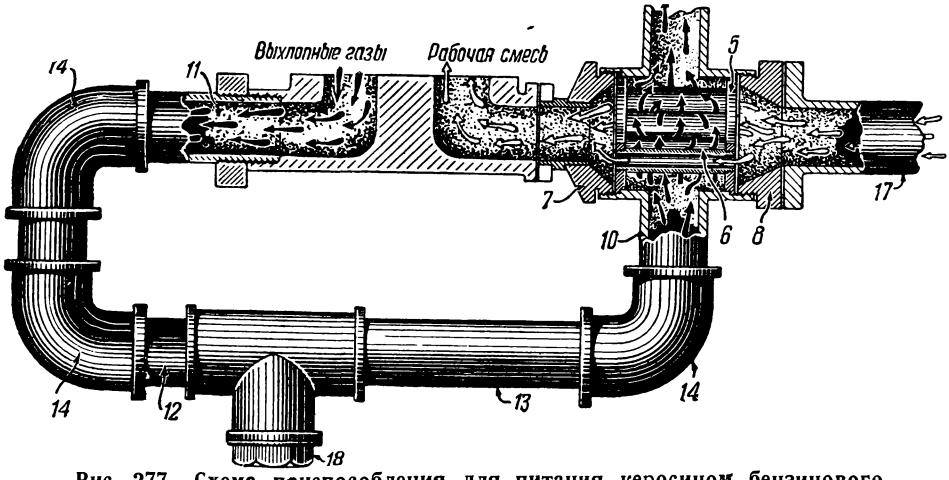


Рис. 277. Схема приспособления для питания керосином бензинового двигателя Л-3

17—всасывающая труба, соединенная с карбюратором двигателя; *11*—труба, соединенная с выхлопным каналом двигателя; *5*—перегородки; *6*—трубки, через которые рабочая смесь поступает в двигатель; *10*—труба, через которую выхлопные газы подогревают рабочую смесь в испарителе; *7*, *8*—фланцы; *12*, *13*—патрубки; *14*—угольники; *18*—тройник для выпуска выхлопных газов, минуя испаритель

что вызывает снижение мощности двигателя; при наличии приспособления надобность в глушителе отпадает).

Работа с приспособлением для питания двигателя керосином. Открыть краник бензинового бака, после чего завести двигатель, как обычно. Спустя 3—4 минуты работы на холостом ходу, когда двигатель прогреется, закрыть подачу бензина и открыть краник керосинового бака.

В целях лучшего нагревания рекомендуется после запуска на бензине работать на позднем зажигании. Перейдя на керосин, работать на раннем зажигании.

Перед остановкой двигателя перекрыть краник керосинового бака и продолжать работать до полного израсходования керосина в поплавковой камере, после чего заполнить поплавковую камеру бензином через краник бензинового бака и остановить двигатель. Если это не было сделано своевременно, перед запуском двигателя удалить остатки керосина из поплавковой камеры и пустить двигатель обязательно на бензине.

Неисправности. В случае неисправного зажигания («пропуски») не допускать продолжительной работы двигателя, так как возможна конденсация топлива в камере сгорания и последующее разжижение смазки. Если

зажигание действует плохо и не регулярно, немедленно остановить двигатель, проверить и исправить зажигание, после чего продолжить работу.

В случае прососа выхлопных газов обратить внимание на состояние клингеритовых прокладок; если затяжка фланцев *7* и *8* (см. рис. 277) не помогает, сменить клингеритовые прокладки. Прососы могут наблюдаться в местах соединений трубок подогревателя с шайбами (перегородками) *5*. В этом случае следует пропаять медью или серебром места соединений трубок с шайбами.

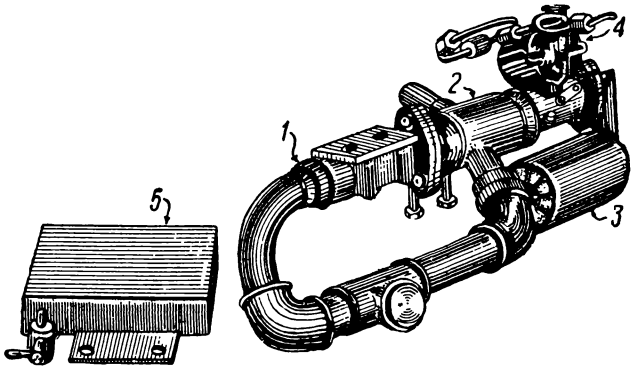


Рис. 278. Собранное приспособление для питания керосином бензинового двигателя

1 — коллектор; *2* — испаритель; *3* — воздухоочиститель; *4* — карбюратор; *5*—бензиновый бачок

Недостаточный подогрев горючей смеси влечет конденсацию жидкого керосина в камере сгорания со всеми вытекающими последствиями; поэтому нельзя допускать работу, если испаритель недостаточно нагрет.

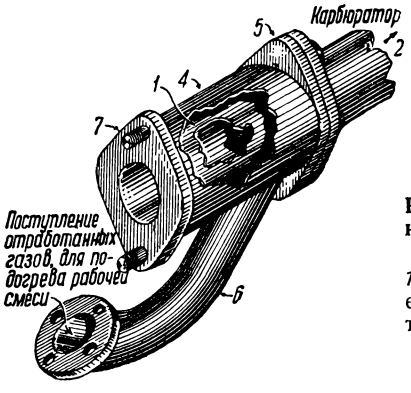


Рис. 279. Приспособление для питания керосином бензинового двигателя В-3

1 — корпус подогревателя; *2* — соединение с карбюратором; *4*— газовая труба 50-*мм*; *5* — фланец; *6* — газовая труба 25-*мм*; *7*—фланец;

Перегрев горючей смеси может привести к детонации и даже к воспламенению паров керосина в испарителе, в результате чего падает мощность и происходит интенсивный износ двигателя. В случае перегрева открыть заглушку тройника *18* (см. рис. 277) и выпустить выхлопные газы в атмосферу, минуя испаритель.

Уход. Необходимо систематически проверять состояние масла в картере; при появлении признаков разжижения и уменьшения вязкости менять масло. Смену масла в картере двигателя, работающего на керосине, производить чаще, чем на бензине.

По мере образования нагара в камере сгорания и на головке поршня — удалять его.

В остальном уход за двигателем, работающим на керосине, не отличается от ухода за двигателем, работающим на бензине.

На рис. 279 показано приспособление для питания керосином бензинового двигателя В-3.

Газогенераторная установка

Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. предусматривает значительное расширение стационарной киносети в селах.

Доставка бензина в глубинные пункты для питания электростанций сельских киноустановок, далеко стоящих от железнодорожных и водных путей, связана с крупными затратами, потерями горючего в пути и значительными трудностями. Поэтому перевод двигателей внутреннего сгорания на газ с использованием местного топлива имеет большое значение для бесперебойного снабжения киноустановок топливом.

Преимуществом газогенераторного двигателя перед бензиновым является его работа на местном дешевом виде твердого топлива — древесном угле. Перевод бензиновых двигателей на газ экономит тысячи тонн бензина, необходимого в других отраслях народного хозяйства. Применение газогенератора, использующего местное топливо, значительно удешевляет эксплоатацию киноустановки.

Любой бензиновый двигатель можно перевести на твердое топливо, т. е. оборудовать газогенераторной установкой, произведя в нем некоторые несложные изменения.

Принцип работы и устройство. Двигатель, работающий на жидком топливе (бензине), требует однородной смеси, состоящей из паров жидкого топлива и воздуха. Эта смесь приготовляется вне цилиндра двигателя, в специальном приборе-карбюраторе. Из карбюратора смесь засасывается в цилиндр двигателя, сжимается и затем воспламеняется электрической искрой. Образующееся в результате сгорания смеси давление производит необходимую работу. Если вместо жидкого топлива взять твердое, например, древесный уголь, то использовать его для питания двигателя можно, только предварительно превратив его в горючий газ. Топливо из твердого в газообразное состояние превращает газогенератор.

Газогенератор представляет собой подобие вертикальной шахтной печи, заполняемой твердым топливом. Раскаленные нижние слои топлива, взаимодействуя с входящим в газогенератор воздухом, образуют газ, на котором может работать двигатель внутреннего сгорания.

Газ, полученный в газогенераторе, сразу использовать в двигателе нельзя, так как он имеет высокую температуру и содержит мелкие твердые частицы (угольную пыль, сажу, золу и т. п.), могущие загрязнить двигатель и стать причиной его быстрого износа. Перед поступлением в двигатель газ должен быть охлажден и очищен от примесей. Газ очищается и охлаждается в особом устройстве — о ч и с т и т е л е-о х л а д и т е л е.

Части газогенераторной установки — газогенератор и очиститель-охладитель — соединяются между собой и с двигателем газопроводами (рис. 280). Чтобы газ мог полностью сгорать в двигателе, необходимо добавлять к нему воздух и возможно лучше перемешивать газ с воздухом.

Газ смешивается с воздухом в специальном приборе — с м е с и т е л е, соединенном с всасывающей трубой двигателя (рис. 281).

Топливо для газогенераторов. Для получения генераторного газа можно применять почти все виды твердого топлива. Для малолитражных двигателей Л-3, Л-3/2 и В-3 наилучшие показатели получены при работе на древесном угле.

К топливу для газогенераторов предъявляются следующие основные требования: а) невысокая влажность; б) небольшая зольность, определенная температура плавления золы; в) малое содержание серы и кислот; г) достаточная механическая прочность; д) возможно большая плотность; е) однообразие состава, формы

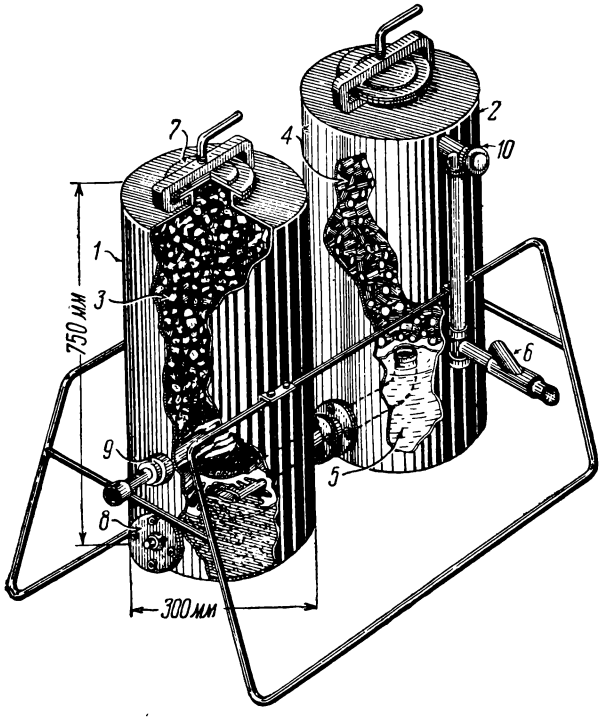


Рис. 280. Газогенераторная установка (ГКП-2Ш) для питания бензинового двигателя передвижной электростанции древесным углем

1 — газогенератор; *2* — очиститель; *3* — древесный уголь; *4* — кольца Рашига; *5* — вода; *6* — смеситель; *7* — загрузочный люк; *8* — зольниковый люк; *9* — фурма; *10* — газоприемный патрубок

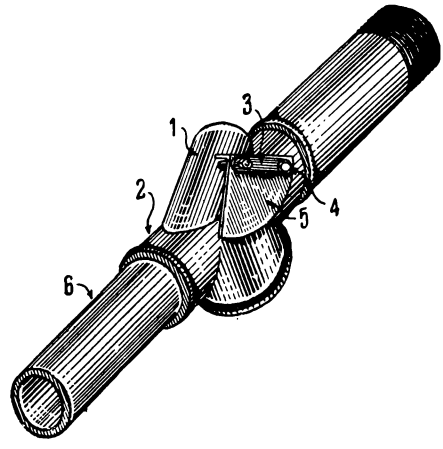


Рис. 281. Смеситель газогенераторной установки (ГКП-2Ш)

1 — патрубок для засасывания воздуха; *2* — смеситель; *3* — рычаг заслонки; *4* — упорный винт; *5* — сектор для упора винта; *6* — трубка, соединяющаяся с карбюратором двигателя

и размеров кусков топлива; ж) достаточная активность для обеспечения быстроты розжига и приспособляемость к переменному режиму работы.

Древесный уголь. Древесный уголь хорошо газифицируется и дает устойчивый однородный газ. Газогенераторные установки для древесного угля значительно проще, легче и дешевле, чем установки для древесных чурок. Чтобы получить одинаковую мощность двигателя, требуется угля почти в два раза меньше по весу, чем дров, так как уголь обладает более высокими тепловыми качествами. В газогенераторах с успехом могут быть использованы отходы древесного угля, в изобилии имеющиеся на ряде производств во многих районах СССР.

До употребления уголь должен быть пропущен через грохот, отсеивающий мелочь и пыль. Крупные куски должны быть расколоты. Нормальный размер кусков угля 5—20 *мм*. Лучшим считается хорошо выжженный

березовый уголь, однако достаточно удовлетворительные результаты дает и уголь из мягких пород дерева (не следует применять только еловый уголь как быстро рассыпающийся и при газификации размельчающийся).

Внешние признаки хорошо выжженного угля: пористые куски с раковистым изломом, в большей массе — черного цвета, в изломе — блестящие, с чуть синеватым отливом, без трещин, не пачкают рук, сухие и звонкие.

Древесный уголь вследствие своей гигроскопичности впитывает большое количество влаги (до 80% от своего веса), но с трудом ее возвращает. Уголь нужно хорошо защитить от попадания влаги, т. е. хранить его на специальном настиле на высоте не менее 0,3 *м* от земли. Влажность древесного угля не должна превышать 8—12%. Необходимо помнить, что уголь (особенно приготовленный из гнилой древесины) способен самовозгораться.

Процесс образования газа в газогенераторе. Процесс превращения твердого топлива в газообразное состояние — генераторный газ — происходит в газогенераторе при участии воздуха (в отличие от сухой перегонки, происходящей без доступа воздуха) и называется газификацией топлива.

Газ, полученный в результате газификации твердого топлива, имеет сложный состав как горючих, так и негорючих частей. Основная горючая часть генераторного газа — окись углерода (угарный газ). Окись углерода получается в обыкновенной домашней печи, если во время топки несколько прикрыть заслонкой отдушину и уменьшить тягу; в результате недостатка воздуха для горения топливо будет сгорать неполностью, и получится угарный газ. Этот газ и используется в смеси с воздухом для питания двигателей вместо применяемой в карбюраторных двигателях смеси паров жидкого топлива с воздухом.

Процесс газификации твердого топлива заключается в следующем. Перед работой газогенератор заполняется твердым топливом. Верхняя часть газогенератора — бункер — содержит запас топлива для 4—5-часовой непрерывной работы двигателя (два сеанса). В нижнюю часть газогенератора — камеру газификации — с большой скоростью входит воздух. Топливо, находящееся в камере газификации, предварительно разжигается. Воздух, проходя через слой топлива, вызывает интенсивное его горение, в результате чего сначала получаются негорючие продукты (в основном азот и углекислый газ). Тепло, выделяющееся при горении, сильно нагревает слои топлива, соседние с местом горения. Полученный в результате горения топлива углекислый газ, проходя далее через слой раскаленного угля, восстанавливается в окись углерода, т. е. горючий газ. Для восстановления используется часть выделенной при горении теплоты, так как реакция восстановления происходит с поглощением тепла.

Газ, полученный при очень высоких температурах — 1500° и выше без участия водяных паров, называется чистовоздушным газом. Практически чистовоздушный газ не получается, так как в газогенераторах всегда имеются пары воды, испаряющейся из топлива. Проходя через слой раскаленного угля, водяные пары разлагаются, вступая с углем во взаимодействие; в результате образуются горючие газы — водород и окись углерода. Температура процесса при этом (вследствие расходования части тепла на разложение воды) снижается, а качество генераторного газа улучшается за счет обогащения водородом. Газ, полученный этим способом, называется смешанным или силовым (иногда его называют еще полуводяным).

Для отсоса газа и подачи его в двигатель используется разрежение, создаваемое поршнем двигателя во время всасывания. Воздух, необходимый

для горения топлива, засасывается в газогенератор, стремясь занять место отсасываемого газа. Этот способ называется газовсасывающим.

Существуют газогенераторы следующих трех типов, различающиеся по месту отбора газа и подвода воздуха:

а) газогенераторы с прямым (или нормальным) процессом газификации топлива: воздух, необходимый для газификации топлива, подводится снизу, а получаемый газ отводится сверху; потоки воздуха и газа в газогенераторе идут снизу вверх, нормально, как в печи, костре и т. п.;

б) газогенераторы с горизонтальным процессом газификации: воздух подается с одной стороны газогенератора, а полученный газ отсасывается с другой (примерно напротив), двигаясь горизонтально или с небольшим уклоном;

в) газогенераторы с опрокинутым (или обратным) процессом газификации: газ отводится снизу; потоки воздуха и газа в камере газификации (топливнике) идут сверху вниз, обратно тому, как в газогенераторах с прямым процессом.

Для малолитражных двигателей передвижных электростанций применяется газогенераторная установка ГКП-2Ш (конструкция инженера Шахова) с горизонтальным процессом газификации (см. рис. 280).

Бункер цилиндрической формы изготовляется из листовой стали 1,5—2 *мм* диаметром 300 *мм*. Высота бункера 750 *мм*. Бункер имеет два герметически закрывающихся люка: верхний — загрузочный и нижний — зольниковый. Верхний люк с резиновой или асбестовой прокладкой крепится к бункеру скобой; нижний люк с асбестовой прокладкой, смазанной для предохранения от пригорания графитовой пастой (графитовый порошок, смешанный с маслом), крепится болтами.

Загружается топливо сверху через загрузочный люк *7* (см. рис. 280), плотно закрываемый крышкой. Сбоку газогенератора имеется зольниковый люк *8* для выгрузки золы, шлака и остатков топлива.

Несколько выше дна в боковую стенку вставлена трубка *9* для подвода воздуха, называемая соплом или фурмой. Примерно против воздушного сопла помещается газоприемный патрубок *4*, через который отбирается газ. Воздушное сопло заглублено в слой топлива, что дает возможность избежать сильного нагрева стенок камеры, так как топливо, окружающее сопло, — хороший теплоизолирующий материал и препятствует непосредственной передаче стенкам камеры тепла из зоны горения. Поэтому сильному нагреву подвергается только воздушное сопло.

Работа газогенератора. Во время работы двигателя в результате получающегося разрежения в цилиндре в камеру газификации через сопло с большой скоростью входит воздух. Расположение сопла против газоприемного патрубка и специальный подбор диаметра и длины сопла делают объем раскаленной зоны горения очень малым и по форме напоминающим грушу. Малый объем зоны горения способствует образованию в ней весьма высоких температур, достигающих в средних слоях зоны 1600°С. Высокая температура и большие скорости входящего воздуха создают благоприятные условия для быстрого протекания процесса образования газа.

Около сопла находится зона горения, в которой образуется негорючий углекислый газ. Процесс восстановления этого газа в горючую окись углерода происходит в раскаленных слоях топлива, лежащих на пути движения газа. Вследствие большой скорости движения воздуха и газа окись углерода может также получаться непосредственно в процессе горения топлива. В реакциях газификации участвует также и водяной пар, который, взаимодействуя с углеродом, разлагается, выделяя горючий газ — водород. В слоях

топлива, окружающих зону горения, происходит также разложение основной массы продуктов сухой перегонки топлива, если таковые в нем имеются. Часть этих продуктов может, однако, свободно пройти мимо восстановительной зоны в газоотборный патрубок и, следовательно, в двигатель, что не допустимо, если в них содержатся смолы. Поэтому в газогенераторах горизонтального процесса можно применять только бессмольное топливо, в частности хорошо выжженный древесный уголь (без головешек и недожженных кусков).

Система очистки и охлаждения газа. Газ, выходящий из газогенератора, направляется в двигатель не сразу, а предварительно пройдя через систему охлаждения и очистки.

Как известно, развиваемая двигателем мощность зависит от весового количества рабочей смеси, поступающей в двигатель за единицу времени (наполнение цилиндра двигателя). Горячий газ занимает (при одном и том же давлении) значительно больший объем, чем холодный; поэтому наполнение цилиндра смесью тем хуже, чем выше температура смеси. Сгорая, меньшее количество рабочей смеси выделит меньшее количество тепла; следовательно, двигатель, работающий на плохо охлажденном газе, будет развивать меньшую мощность. Так, например, если температура газовой смеси, поступающей в двигатель, повысится только на 50°С, то мощность двигателя вследствие этого понижается почти на 30%. Для того чтобы двигатель работал хорошо, желательно, чтобы температура газа перед входом в двигатель не превышала температуры окружающего воздуха более чем на 20—30°С. Чем ниже температура газа, тем большую мощность можно получить от двигателя. Температура газа, выходящего из газоотборного патрубка, обычно не превышает 200—250°С; дальнейшее охлаждение газа происходит одновременно с очисткой его от примесей в газоочистителе.

Газ, выходящий из газогенератора, всегда имеет примеси — твердые частицы, влагу, смолу. Количество и состав примесей могут значительно изменяться в зависимости от режима работы газогенератора, применяемого топлива, и других причин.

Основная вредная примесь в генераторном газе — твердые механические частицы (пыль), состоящие из мельчайших угольков, сажи, золы, шлаков и т. п. Влияние этой примеси на двигатель очень велико; срок службы двигателя, работающего на плохо очищенном газе, резко уменьшается. Поэтому в газогенераторных установках имеются приспособления для удаления механических примесей из газа.

Газ, выходящий из газогенератора, обычно содержит значительное количество водяных паров (особенно в случаях применения влажного топлива). Влага, попадая в двигатель, заметно снижает развиваемую им мощность. Для уменьшения содержания водяных паров газ необходимо хорошо охладить, тогда часть паров сконденсируется и перейдет в воду.

Вредной примесью газа является также смола, частицы которой оседают на всасывающем клапане, нарушая плотность прилегания его к своему седлу. Проникая в направляющие клапанов, смола приводит к заеданию стержней клапанов: клапаны перестают закрываться, и работа двигателя нарушается. Частицы смолы оседают на головке и стенках цилиндра, на поршне, кольцах и т. д. Это может привести к заеданию поршня, к «заклеиванию» колец в их канавках и к потере компрессии. Кроме того, смола забивает газопроводы, всасывающую трубу и смеситель, затрудняя проход газа и тем самым уменьшая мощность двигателя.

Если газогенератор работает в нормальном режиме с применением надлежащего топлива, большая часть смолы сгорает и в газе остаются лишь

следы смолистых примесей. Если же используется чрезмерно влажное топливо или двигатель длительно работает на малых оборотах с малым отбором газа из газогенератора, температура в зоне горения может понизиться, смола будет в большом количестве увлекаться отходящим газом. Очистить газ от смолы трудно, поэтому нужно всегда создавать условия для наиболее полного разложения смолы.

Очиститель заполняется небольшими металлическими кольцами, носящими название кольц Рашига (рис. 282). Засыпанные в очиститель кольца Рашига образуют множество извилистых проходов, по которым проходит газ, соприкасаясь с очень большой поверхностью колец, непрерывно смачиваемых конденсированной водой, чтобы лучше удерживать твердые примеси. Струю газа, подводимого к очистителю, сначала направляют вниз, на дно очистителя, заставляя ее проходить над поверхностью имеющейся там воды, чтобы газ захватывал с собой возможно больше капелек. По мере прохождения газа в очистителе кверху захваченные капельки осаждаются на поверхности колец Рашига. Капли, постепенно собираясь, стекают навстречу струе газа, увлекая на дно очистителя частицы твердых примесей, находящиеся еще в газе, а также осевшие ранее на поверхности колец Рашига.

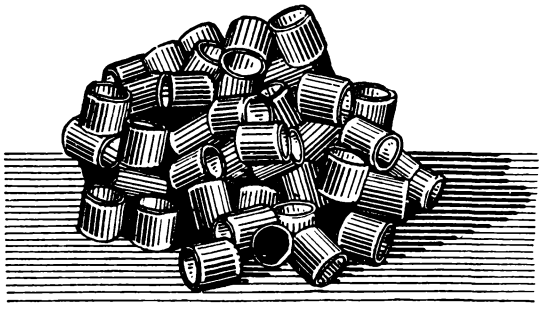


Рис. 282. Кольца Рашига

Корпус очистителя, сваренный из тонкой листовой стали диаметром 300 *мм* и высотой 750 *мм*, представляет собой цилиндр с приваренными сверху и снизу днищами. В нижней части цилиндра имеются две пробки: верхняя — контрольная и нижняя — спускная. Цилиндр разделен на две части решеткой, на которой помещаются кольца Рашига; в нижней части под решеткой цилиндр заполняется водой до верхнего контрольного краника.

Из бункера газогенератора газ поступает в нижнюю часть очистителя по нижнему приемному патрубку, жестко соединенному с крышкой нижнего люка, затем через решетку и слой колец Рашига попадает в верхний газоотборный патрубок, жестко соединенный со смесителем трубопроводом.

Смешивание газа с воздухом. Газ, раньше чем поступить в двигатель, должен быть смешан с определенным количеством воздуха для образования горючей рабочей смеси. Количество добавляемого в газ воздуха зависит от состава, температуры и давления газа и от режима работы двигателя. Избыток и недостаток воздуха одинаково вызывают резкое понижение мощности двигателя и сказываются на устойчивости его работы. Воздух прибавляется и перемешивается с газом в смесителе, имеющем приспособление для регулирования количества готовой смеси, подаваемой в двигатель. Горючая смесь состоит примерно из одинаковых количеств газа и воздуха. Последний поступает в смеситель из атмосферы, где давление его можно считать практически неизменным. Давление газа в установке всегда ниже атмосферного и может изменяться в зависимости от сопротивлений, создаваемых частями установки (например, в зависимости от плотности топлива в газогенераторе; степени засорения камеры газификации и зольника золой и угольной мелочью; загрязнения газоочистителя и газопроводов и ряда

других причин). Количество воздуха поэтому приходится регулировать посредством смесителя (см. рис. 281).

Смеситель, предназначенный для регулировки количества газа и воздуха, поступающих в цилиндр двигателя, имеет вид тройника с ответвлением, наклоненным под углом в 45°.

Задним торцом смеситель соединен с трубопроводом; другим концом он соединен резиновым шлангом с воздушным патрубком карбюратора двигателя.

Боковой патрубок в смесителе имеет дроссельную заслонку для регулирования количества воздуха, подаваемого в смеситель.

Мощность двигателя на жидком топливе и генераторном газе. Процесс всасывания рабочей смеси, сжатия, воспламенения, расширения ее и выпуска отработанных газов в газовых двигателях происходит примерно так же, как и в карбюраторных двигателях, отличаясь лишь величинами температур и давлений.

Заменив карбюратор смесителем, можно перевести на генераторный газ любой карбюраторный двигатель, но, если не внести дополнительных изменений, мощность двигателя может понизиться на 40—50%.

Мощность, развиваемая двигателем, зависит от количества тепла, выделяемого при сгорании рабочей смеси в единицу времени. Количество выделяемого тепла в свою очередь определяется качеством и весовым количеством смеси, засасываемой в цилиндр двигателя, т. е. наполнением цилиндра.

Одна из основных причин понижения мощности двигателя при переводе его на газ — значительно меньшая теплотворная способность газовоздушной смеси по сравнению со смесью паров жидкого топлива с воздухом*.

При сгорании определенного количества смеси генераторного газа с воздухом выделяется тепла значительно меньше, чем при сгорании такого же количества нормальной смеси паров жидкого топлива с воздухом. Так, например, теплотворная способность нормальной бензино-воздушной рабочей смеси при температуре 15°С и нормальном атмосферном давлении около 800 калорий на кубический метр, тогда как теплотворная способность газовоздушной смеси при тех же условиях равна примерно только 500—550 калориям.

Меньшая теплотворная способность газовоздушной смеси объясняется большим содержанием в генераторном газе негорючих, инертных газов, главным образом азота и углекислоты.

В генераторном газе горючие газы составляют всего 35—45%. Остальные 55—65% генераторного газа—негорючие инертные газы, в то время как в парах жидкого топлива инертные газы почти отсутствуют.

Мощность двигателя снижается также в результате уменьшения весового количества поступающей в цилиндр рабочей смеси (уменьшения наполнения цилиндра).

Температура газовоздушной смеси обычно несколько выше температуры смеси паров жидкого топлива и воздуха, так как температура генераторного газа (даже после охлаждения его в охладителе-очистителе) обычно выше температуры окружающего воздуха.

Вследствие более высокой температуры газовоздушная смесь войдет в цилиндр за один ход всасывания меньше по весу, чем более холодная

* Теплотворной способностью (или калорийностью) называется количество тепла в калориях, выделяемое при полном сгорании весовой или объемной единицы топлива.

бензиновоздушная смесь (поскольку газы, нагреваясь, расширяются в объеме). Следовательно, сгорая, газовоздушная смесь выделит меньшее количество тепла, и мощность двигателя уменьшится.

Кроме того, если двигатель работает на жидком топливе, рабочая смесь должна пройти от карбюратора до цилиндра сравнительно небольшой путь по всасывающему трубопроводу; газ же, просасываясь через все части двигателя и соединительные газопроводы, проходит более длинный путь. Разрежение газа увеличивается, а чем больше разрежение, тем меньше весовое количество газа, поступающее в цилиндр.

Система зажигания и электрооборудование. В газогенераторных двигателях степень сжатия смеси обычно повышена: чем она больше, тем труднее искре проскочить через промежуток между электродами запальной свечи; чем выше степень сжатия в двигателе, тем меньшим должно быть расстояние между электродами свечи.

Если на двигатель с высокой степенью сжатия установить свечи с большими зазорами, свечи (хотя и вполне доброкачественные) будут работать неудовлетворительно.

Подгибание боковых электродов для уменьшения зазора возвращает свече полную работоспособность.

Как известно, в газе почти всегда содержится небольшое количество мелкой угольной пыли, сажи и прочих примесей, которые, смешиваясь с маслом, проникающим в цилиндры, оседают на изоляторе свечи, способствуя его загрязнению и образованию нагара, являющегося проводником тока. Если между электродами имеется большой зазор, току легче пройти поверхностным разрядом по загрязненному изолятору, чем проскочить в виде искры между электродами; в результате искрообразования в свече не произойдет.

Для газогенераторного двигателя, имеющего степень сжатия 4,8—5, наилучшим расстоянием между центральным и боковым электродами свечи является 0,4 — 0,5 *мм*. Если степень сжатия в двигателе не изменена, зазоры в свечах могут быть большими — от 0,5 до 0,8 *мм*.

Если двигатель работает на генераторном газе, необходимо увеличить угол опережения зажигания, так как газовоздушная смесь горит медленнее бензиновоздушной.

Величина угла опережения зажигания зависит от степени сжатия смеси: чем меньше степень сжатия, тем больший требуется угол опережения зажигания.

Подготовка двигателя к работе от газогенератора. Стандартную медно-асбестовую прокладку под головкой цилиндра заменить более тонкой, например, из плотной бумаги. С карбюратора удалить диффузор и воздухоочиститель.

Двигатель проверить и отрегулировать так, чтобы он заводился и устойчиво работал на бензине и на газе (раннее зажигание).

Зазоры между электродами свечи установить в пределах 0,4—0,5 *мм*.

Двигатель смазать, заправив водой и бензином, и полностью подготовить для запуска.

Предварительно вынув контрольную пробку, залить очиститель газогенератора водой через верхний люк до тех пор, пока вода не появится в контрольном отверстии.

Засыпать уголь в бункер газогенератора до горловины верхнего люка, осторожно прошуровав стержнем.

Вставить фурму на половину ее длины в направляющее отверстие так, чтобы конец выступал внутрь газогенератора не более 4—5 *см*. По мере

выгорания фурмы (что определяется нагревом докрасна корпуса возле фурмы) вдвигать ее на 2—3 *см* глубже; в случае уменьшения фурмы по длине до 80—100 *мм* заменить ее новой.

Запуск газогенераторной электростанции. Отключить нагрузку электрогенератора. Снять колпачок с фурмы и полностью открыть воздушную заслонку смесителя. Поворотом рукоятки завести двигатель на бензине.

Как только двигатель развил нормальное число оборотов, зажечь факел или кусок бумаги и поднести его к фурме. Всасывающим потоком воздуха пламя разожжет уголь в бункере в течение 12—15 секунд. Для ускорения разжига вынуть жиклер и вставить его обратно в фурму, как только разгорится уголь.

Через 1 минуту работы двигателя на бензине проверить горение угля: если он горит яркожелтым пламенем, перекрыть бензиновый краник, уменьшить подачу воздуха в смеситель, оставив 2—3 *мм* зазора между дроссельной заслонкой и стенками. Спустя 2—3 минуты, как только в карбюраторе будет израсходован бензин, в работе двигателя начнут наблюдаться резкие одиночные такты (перебои), характеризующие начало работы на газе. Регулируя подачу воздуха дроссельной заслонкой смесителя, установить величину зазора, соответствующую наиболее устойчивой работе двигателя.

При чрезмерно открытой дроссельной заслонке поступающий газ будет очень бедным и двигатель заглохнет.

Проверить нормальное число оборотов двигателя по частотомеру и отрегулировать с таким расчетом, чтобы при отключенной нагрузке частота была 50 пер/сек. Как только указанная частота будет достигнута, включить нагрузку и окончательно отрегулировать частоту.

Чтобы остановить двигатель, необходимо:

а) надеть колпачок на фурму;

б) полностью закрыть дроссельную заслонку смесителя и карбюратора.

Уход за газогенератором. Спустя 5—6 часов работы газогенератора проверить уровень воды в очистителе, открыв верхний контрольный краник. Излишнюю воду спустить; если воды мало — долить свежей.

Очистку зольника производить через каждые 10—12 часов работы газогенератора.

Очистку бункера газогенератора производить через каждые 15—20 часов работы, полностью удалив и отсеяв уголь от золы через решето с отверстиями диаметром 5—8 *мм*.

После каждых 80—100 часов работы промыть через люки очиститель водой.

Техника безопасности. Не подносить зажженный факел к фурме при неработающем двигателе, если уголь в газогенераторе разожжен.

Не подносить огонь к открытым люкам газогенератора и очистителя, в противном случае остаточный газ может вспыхнуть и причинить ожоги.

Не смотреть в отверстие фурмы разожженного газогенератора. В случае внезапной остановки двигателя из фурмы может выбиться пламя и причинить ожоги.

Не смотреть в фурму или люк горящего бункера при шуровке.

Не дышать газами, выходящими из газогенератора и смесителя, так как это может вызвать отравление.

Чистку зольника производить при открытом верхнем люке.

Не оставлять непогашенный газогенератор без надзора.

Тщательно проветривать помещение, в котором работает газогенераторная установка.

Неисправности в работе газогенератора и их устранение

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить неисправность
1. Уголь в бункере плохо разгорается	а) Прососы воздуха в бункере, очистителе или трубопроводах (нарушена герметичность)	а) Очистить бункер от угля и очиститель от колец Рашига; залить водой и проверить наличие течи по всей цепи. Течь устранить заменой прокладок, подтяжкой болтов, замазать мастикой или глиной
	б) Большое сопротивление прососу воздуха через газогенератор	б) Прочистить зольник и трубопроводы от скопления мелких частиц угля и золы
	в) Двигатель неисправен, недостаточная компрессия, дымит через сапун	в) Проверить работу двигателя на бензине под нагрузкой; целость прокладки головки, клапаны, кольца. Устранить замеченные неисправности в двигателе. Установить зазоры между клапаном и толкателем 0,15 — 0,2 *мм*.
2. Двигатель не переходит на газ	а) Избыток воздуха, подаваемого через дроссельную заслонку смесителя	а) Проверить положение дроссельной заслонки; в случае, если она открыта, уменьшить доступ воздуха. Если двигатель при этом перешел на газ, значит в газогенераторе имеются прососы воздуха
	б) В системе газогенераторной установки имеются прососы воздуха	См. п. 1а.
	в) Позднее зажигание	в) Проверить и установить раннее зажигание на магнето двигателя
3. Двигатель работает неровно, дает пониженную мощность и недостаточное число оборотов	а) Крупный, плохо выжженный или влажный уголь с мелочью, пылью и золой (непросеянный)	а) Очистить бункер и зольник; засыпать свежий, качественный уголь (черный, блестящий в изломе, звонкий, размером 5 — 20 *мм*)
	б) В системе газогенератора имеются прососы воздуха	б) См. п. 1а. Особенно важна герметичность соединения нижнего патрубка бункера с патрубком очистителя; при малейшем прососе в этом месте мощность и число оборотов двигателя уменьшаются
	в) Позднее зажигание	в) См. п. 2в
	г) Велики зазоры между электродами свечи	г) Проверить свечу и в случае ее неисправности заменить; подогнуть электроды до зазора 0,4—0,5 *мм*
	д) Слаба компрессия двигателя	д) См. п. 1в

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему керосин не может быть использован в бензиновых двигателях в качестве горючего без применения специального приспособления?
2. На каком принципе основано действие керосиновой приставки?
3. В чем состоит переделка двигателя для применения керосиновой приставки?
4. Каковы особенности ухода за двигателем, работающим с керосиновой приставкой?
5. В чем преимущества применения твердого топлива для работы двигателя?
6. В чем заключается процесс получения газообразного горючего из твердого топлива?
7. Расскажите об устройстве и принципе действия газогенератора ГКП-2Ш.
8. Как подготовляется двигатель для работы на газогенераторном газе?
9. Перечислите условия безопасности при работе с газогенератором.

ЧАСТЬ IV

35-МИЛЛИМЕТРОВЫЙ КИНОФИЛЬМ

Глава 25

КИНОПЛЕНКА

Кинопленка — гибкая, тонкая, прозрачная лента, на которую нанесен фотографический слой.

Кинопленка предназначена для кинематографических съемок и для печати кинофильмов.

Кинофильмы, демонстрируемые на киноустановках, называются также фильмокопиями и фильмопозитивами.

Кинопленка обычно состоит из четырех слоев (рис. 283): 1) гибкой, прозрачной ленты — основы; 2) желатинового слоя, покрывающего основу, — подслоя; 3) нанесенной на подслой светочувствительной фотографической эмульсии; 4) нанесенного на основу со стороны, противоположной эмульсии, лакового слоя.

Основа кинопленки

В СССР для изготовления фильмов применяются два сорта основы: воспламеняющаяся — нитроцеллюлозная и невоспламеняющаяся — ацетилцеллюлозная или ацетатная.

Нитроцеллюлозная основа. Основным материалом для изготовления нитроцеллюлозной пленки или сокращенно нитропленки является целлюлоза, составляющая костяк каждой растительной клетки.

Исходное сырье для производства целлюлозы — хлопок и хлопковые отходы прядильно-ткацкой промышленности, которые подвергаются сложной химической и технологической обработке, в результате чего получается очищенная, однородная, волокнистая масса — целлюлоза. Путем нитрирования очищенной целлюлозы, т. е. обработки ее азотной кислотой, получается коллоксилин—волокнистое вещество белого цвета, из которого изготовляется целлулоид — материал для основы пленки. В состав коллоксилина входит азот. Если процент содержания азота превышает определенную величину, коллоксилин носит название пироксилина и является сильнейшим взрывчатым веществом.

По горючести и свойству взрываться под действием огня кинопленка приближается к взрывчатому веществу.

Для получения жидкой массы коллоксилин растворяют в спирто-эфирных смесях. Раствором коллоксилина — называемым коллодием — поливаются зеркальные поверхности; на месте полива после улетучивания растворителей образуется целлулоидная пленка, очень хрупкая и плохо изгибающаяся (непластичная). Поэтому в состав коллодия вводятся смягчители — пластификаторы: камфара, рициновое масло, дибутилфталат и др. После испарения растворителей пластификаторы почти полностью остаются в основе, придавая ей гибкость и пластичность.

В процессе эксплоатации пластификаторы постепенно улетучиваются, пленка теряет пластические свойства — делается хрупкой и ломкой. Именно поэтому одной из главных эксплоатационных задач является всемерное ограждение фильма от высыхания и потери пластификаторов (хранение в особой увлажняющей среде; защита от воздействия тепла).

После нитроцеллюлозной основы наиболее распространена невоспламеняющаяся основа из ацетилцеллюлозы. Ацетилцеллюлоза также получается в результате химической обработки хлопка, но химикаты и технология отличаются от применяемых для производства нитроцеллюлозы.

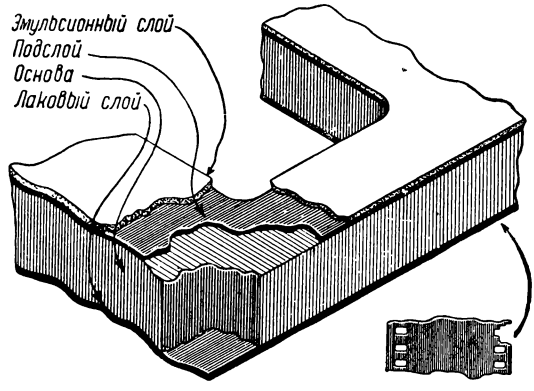


Рис. 283. Строение кинопленки
Показан небольшой отрезок пленки в сильно увеличенном виде

Ацетилцеллюлоза растворяется в ацетоне или специальных спиртах; в раствор также вводятся смягчающие вещества — пластификаторы. Жидкая масса выливается на плоскую полированную подвижную ленту, во время движения которой улетучиваются растворители; в конце подвижной ленты получается прозрачная пленка-основа в виде широкой полосы. Основа высушивается и сматывается в рулоны. В дальнейшем основа с одной стороны покрывается подслоем, а с другой — бесцветным лаком.

Эмульсия — светочувствительный слой пленки, представляет собой микроскопические зерна бромистого серебра, равномерно распределенные в тонком слое желатины.

Эмульсия и все последующие операции по изготовлению светочувствительности пленки производятся в темноте или при красном неактиничном свете, который не действует на светочувствительный слой.

Эмульсия наносится специальной поливной машиной на сторону основы, покрытую подслоем.

Кинопленка получается в результате сложных и очень точных химических и технологических процессов на специальных пленочных фабриках, оснащенных сложными и точными машинами и аппаратами.

Широкие рулоны нитроцеллюлозной пленки разрезаются на полосы шириной 35 *мм*. Рулоны ацетатной пленки разрезаются на 32-*мм* полосы для двух узких 16-*мм* пленок. Пленка разрезается дисковыми (круглыми) вращающимися ножницами.

Полосы пленки подвергаются п е р ф о р и р о в а н и ю, т. е. по краям пленки штампом специального пресса пробиваются перфорационные отверстия, одновременно по нескольку с каждой стороны. Пленка разрезается и перфорируется с соблюдением большой точности размеров, за чем следят специальные контролеры.

В целях предохранения от засвечивания и сырости пленка заворачивается в парафинированную бумагу, а затем в черную или красную (неактиничную) плотную бумагу, укладывается в железную коробку, которая в месте соединения крышки с основанием обертывается плотно прорезиненной лентой. Упакованная в коробки пленка поступает на киностудии для съемки фильмов и на кинокопировальные фабрики, где осуществляется массовая печать — размножение фильмокопий с негатива.

Размеры 35-*мм* фильма

Размеры деталей фильмопротяжных трактов кинопроекционной аппаратуры рассчитаны на фильмы точно установленных геометрических размеров. В СССР установлены стандарты (ОСТ-кино) на все геометрические размеры кинопленки (рис. 284), размеры и расположение кадров и фонограммы на фильме.

Практически невозможно в условиях производства абсолютно точно соблюсти все геометрические размеры пленки. Поэтому в стандарте предусматриваются отклонения от основных размеров — д о п у с к и в сторону увеличения (с плюсом) или в сторону уменьшения (с минусом). Наличие таких оговоренных в стандарте отклонений не является нарушением (табл. 10).

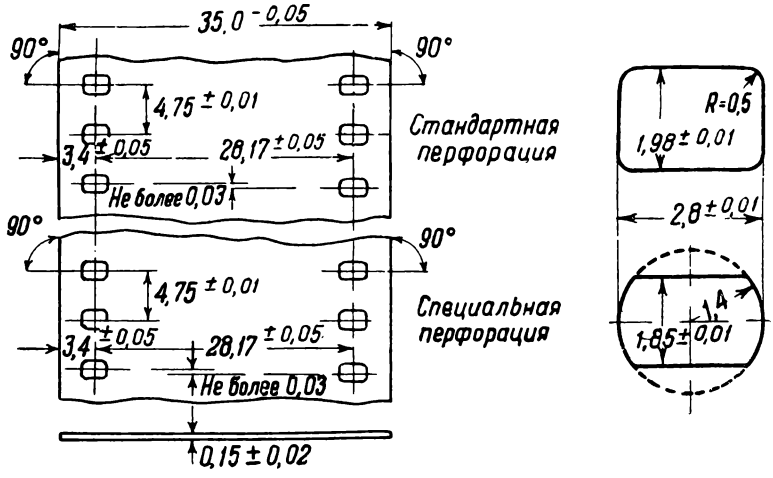


Рис. 284. Геометрические размеры широкой 35-*мм* пленки

С момента выхода из производства в процессе хранения, печати и эксплоатации в зависимости от условий окружающей среды кинопленка подвергается попеременно то усушке (теряя влагу эмульсионного слоя и летучие составные вещества основы), то, наоборот, увлажнению за счет впитывания эмульсионным слоем влаги из атмосферы.

Перфорационные дорожки фильма взаимодействуют с зубчатыми барабанами кинопроектора и, если шаг перфорации не соответствует шагу зуба барабана, перфорационные дорожки будут быстро разрушаться.

Таблица 10

Наименование размера	Размер по ОСТ кино (в *мм*)	Допуск (в *мм*)
Ширина пленки	35,00	—0,05
Продольный шаг перфорации (расстояние между осевыми линиями двух перфорационных отверстий)	4,75	±0,01
Расстояние от осевой линии перфорационной дорожки до края фильма	3,40	±0,05
Поперечный шаг перфорации (расстояние между осевыми линиями параллельных перфорационных дорожек)	28,17	±0,05
Шахматное смещение (смещение параллельных перфорационных отверстий относительно друг друга)	0,00	не более ±0,03
Толщина пленки	0,15	±0,02

Стандартные зубчатые барабаны кинопроектора рассчитаны и сконструированы так, что, не подвергая быстрой порче, они могут пропускать пленку, имеющую продольную и поперечную усадку не более 1,0%.

В процессе эксплоатации необходимо регулярно проверять геометрические размеры пленки, так как у фильмокопий с большой усадкой быстро разрушаются перфорационные дорожки.

Для сохранности фильма и качества кинопоказа наибольшее значение имеет соблюдение следующих размеров:

а) ширины пленки;

б) продольного и поперечного шагов перфорации;

в) шахматного смещения перфорации;

г) толщины пленки.

Проверка ширины фильма. Соблюдение правильной ширины пленки очень важно для нормальной эксплоатации фильма. Пленка шире фильмового канала заклинивается в нем, вызывая при транспортировке зубчатыми барабанами значительные сопротивления, могущие привести к надсечкам перфорации, разрывам и даже к воспламенению пленки в кадровом окне. Если ширина пленки превышает норму, то, проходя через фильмовой канал, пленка выгибается и трется выпуклой частью о детали фильмового канала; в результате на середине пленки появляются царапины, полюсы и потертости, не только портящие фильм, но и искажающие изображение на экране, так как изображение не резкое (фильм выходит из фокуса). В таких случаях говорят, что изображение «дышит». При резком уменьшении ширины фильма наблюдается неустойчивость изображения и смещение кадра на экране.

Ширину пленки можно измерить штангенциркулем с точностью до 0,1—0,05 *мм*. Штангенциркуль — раздвижной измерительный инструмент (шкальный прибор), дает непосредственное цифровое значение ширины пленки (рис. 285)*.

Прежде чем приступить к измерению ширины пленки, необходимо проверить положение нуля на штангенциркуле. Для этого сдвигают ножки до соприкосновения и если нуль нониуса точно совпадает с нулем масштаба, значит, штангенциркуль в полной исправности; если совпадения нет, нужно заметить по нониусу, на сколько делений сбит нуль в ту или иную

* Устройство и применение штангенциркуля см. на стр. 470.

сторону, и при последующих измерениях внести в показания соответствующую поправку.

Ширина пленки проверяется в нескольких местах каждой части фильмокопии, а в новых копиях — после каждой склейки. Чем больше замеров произведено в части, тем точнее будет установлена ширина пленки.

В процессе измерений необходимо следить, чтобы линии краев пленки совпадали на всем протяжении с ножками штангенциркуля и чтобы края пленки не сминались ножками (несоблюдение этого условия приведет к неправильному промеру).

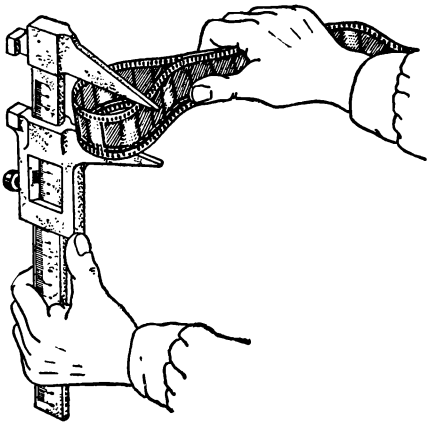


Рис. 285. Измерение ширины фильма штангенциркулем

Предельные размеры ширины фильма

Норма ОСТ - кино	35,00 *мм*
Допуск на изготовление (минус)	0,05 *мм*
Максимальная ширина	35,00 *мм*
Минимальная ширина	34,95 *мм*
Усадка 1%	0,35 *мм*
Минимальная ширина (при усадке 1%)	34,60 *мм*

Проверка шага перфорации. Для проверки стандартности шага перфорации пленки применяются гребенки (рис. 286), у которых расстояние между зубьями рассчитано на одну определенную величину шага перфорации.

Гребенка — предельный калибр, дающий возможность установить соответствие или несоответствие шага перфорации ОСТу без установления величины отклонения от нормы. Проверяемая пленка надевается перфорационными отверстиями на зубья гребенки; если пленка на всем протяжении свободно находит на зубья, значит, шаг ее перфорации соответствует размерам шага, на который рассчитана гребенка.

В кинематографии для измерения средней величины шага перфорации на определенном участке широкое распространение получила специальная линейка Л-3, изготовляемая мастерскими контрольно-измерительных приборов в Москве (МКИП).

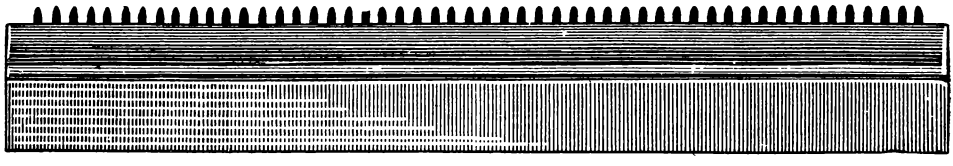


Рис. 286. Гребенка для проверки стандартности шага перфорации

Линейка Л-3 (рис. 287) состоит из металлического основания *1*, с правой стороны которого на выступающей части укреплена неподвижная нониусная шкала *2*. Вторая подвижная нониусная шкала отжимается специальной пружиной в направлении конца выступа. В левой части основания неподвижно укреплен зуб, а в правой части расположен второй зуб, укрепленный на подвижной части вместе с подвижной нониусной линейкой. Для измерения шага перфорации пленка накладывается перфорационным отверстием

на неподвижный зуб и протягивается вдоль плоскости основания. Поджимая подвижную часть прибора ручкой *3*, пленка надевается соответствующим перфорационным отверстием на второй подвижной зуб. Во избежание ошибок при измерении, вызванных деформацией пленки, последняя прижимается к основанию тяжелой металлической крышкой *4*. Для определения величины шага перфорации нужно найти два точно совпадающих противолежащих штриха в подвижной и неподвижной шкалах нониуса: численное значение при совпадающих штрихах определяет величину шага

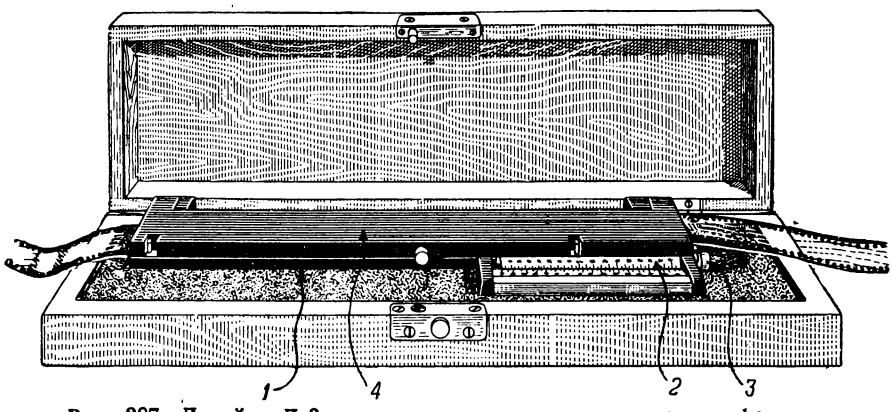


Рис. 287. Линейка Л-3 для проверки величины шага перфорации пленки

1 — основание линейки; *2* — шкала; *3* — ручка подвижной части линейки; *4* — откидная крышка

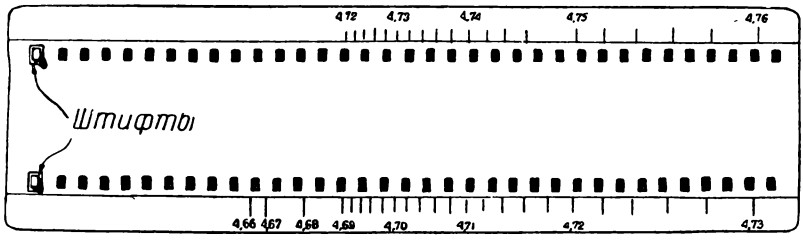


Рис. 288. Измерительная линейка для определения величины продольного шага перфорации

перфорации. Прибор показывает среднюю величину шага перфорации из числа 42 шагов, укладывающихся в промежутке между двумя зубьями.

Линейка Л-3 вследствие значительного веса получила распространение в системе Главкинопроката и на стационарных киноустановках. При работе с кинопередвижкой целесообразно пользоваться линейкой карманного типа.

Портативная линейка карманного типа для проверки величины шага перфорации показана на рис. 288.

Фильм вкладывается в углубление линейки, надевается перфорационными отверстиями на штифты и слегка натягивается, чтобы он плотно прилегал к плоскости линейки.

По верхней шкале находят на линейке деление, совпадающее с правой стороны с перфорационным отверстием фильма. При точном совпадении темный прямоугольник, нанесенный на линейке, не должен быть виден (рис. 289).

Для фильма с значительной усадкой, у которого шаг перфорации меньше 4,73 *мм*, отсчет производится в указанном выше порядке только по нижней шкале линейки.

С достаточной степенью точности можно определить величину шага перфорации и вычислить процент усадки обыкновенной миллиметровой линейкой, отсчитав на пленке ровно 100 шагов перфорации и измерив линейкой длину отрезка на протяжении 100 шагов. Полученная в миллиметрах величина делится на 100; частное будет показывать среднюю величину шага с самой незначительной погрешностью. Установив величину шага перфорации, можно вычислить процент усадки. Подсчет процента усадки пленки покажем на примере.

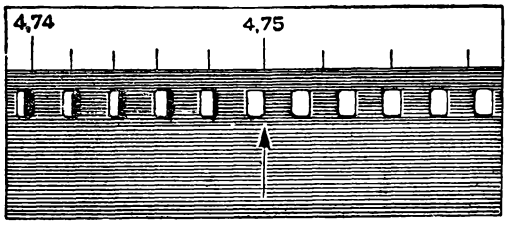


Рис. 289. Отсчет размера шага перфорации фильма на линейке

Предположим, что при измерении пленки линейкой на протяжении 100 шагов перфорации установлена длина отрезка 468 *мм*. Следовательно, шаг перфорации составляет 468 : 100 = 4,68 *мм*. По нормам стандартная пленка должна иметь шаг перфорации 4,75 *мм*. Стало быть, отклонение составляет: 4,75 — 4,68 = 0,07 *мм*.

Установим процент усадки:

$$\frac{0{,}07 \cdot 100}{4{,}75} = 1{,}5\%,$$

т. е. усадка составляет 1,5%. Демонстрирование фильма, имеющего усадку 1,5%, приведет к интенсивному разрушению перфорационных дорожек, поэтому его необходимо предварительно увлажнить.

Предельные размеры шага перфорации

Норма ОСТ-кино	4,75 *мм*
Допуск	±0,01 *мм*
Максимальная величина	4,76 *мм*
Минимальная величина	4,74 *мм*
Усадка 1%	0,05 *мм*
Минимальная величина (при усадке 1%)	4,70 *мм*

Зная величину шага перфорации, можно найти процент усадки, и, наоборот, зная процент усадки, можно определить шаг перфорации, пользуясь табл. 11.

Таблица 11

Шаг перфорации	% усадки	Шаг перфорации	% усадки
4,75	0,0	4,69	1,26
4,74	0,21	4,68	1,49
4,73	0,42	4,67	1,68
4,72	0,63	4,66	1,89
4,71	0,84	4,65	2,10
4,70	1,05	4,64	2,31

Измерение толщины пленки. Для измерения толщины пленки применяется точный м и к р о м е т р — шкальный измерительный прибор, в котором значение измеряемой величины определяется углом поворота винта, отсчитываемым на соединенном с винтом барабане *.

Если измерительный винтовой шпиндель приведен в соприкосновение с упором, нулевое деление отсчетного барабана должно совпадать с продольным штрихом неподвижной трубки. Если совпадения нет, нужно заметить показание на круговой шкале; это показание является индивидуальной ошибкой микрометра, которая учитывается при измерениях, увеличивая или уменьшая полученный отсчет.

Так как винт микрометра может сильно сжать пленку и вдавить основание мерительного винтового шпинделя в ее эмульсионный слой или в основу, винт нужно слегка поворачивать только за фрикционную головку — трещетку, ограничивающую усилие. При соприкосновении шпинделя с пленкой фрикционная головка будет вращаться, не перемещая шпиндель.

Соответствие толщины пленки нормам ОСТ определяется в каждой части фильмокопии столькими замерами, сколько в данной части имеется отдельных кусков пленки — по количеству склеек. Часть фильмокопии считается соответствующей нормам ОСТ по толщине пленки, если в ней нет ни одного участка тоньше 0,13 *мм* и толще 0,17 *мм*.

Соответствие толщины пленки нормам ОСТ очень важно, так как пленка тоньше установленной нормы не обладает достаточной прочностью и преждевременно изнашивается. Пленка толще 0,17 *мм* недостаточно эластична.

При прохождении на барабанах в местах касания с роликами и в фильмовом канале происходят рывки, толчки и даже обрывы в местах склеек.

Следует учесть, что указанные величины толщины пленки обязательны только для новых фильмов. Толщина пленки, эксплоатировавшейся долгое время, может доходить до 0,125 и даже до 0,12 *мм*, поскольку усушка вызывает усадку пленки также и по толщине.

Измерение шахматного смещения перфорации. Большой дефект — наличие в кинофильме шахматного смещения перфорационных отверстий выше допусков, установленных нормами.

На новых фильмокопиях в результате значительного смещения параллельных перфорационных отверстий в течение нескольких сеансов появляются надсечки с одной стороны. Транспортирующие барабаны кинопроектора вследствие шахматного смещения перфорационных отверстий протягивают пленку, зацепляя ее зубьями только с одной стороны; другая сторона не входит в соприкосновение с рабочими сторонами зубьев барабанов. Таким образом, все усилия, необходимые для продвижения пленки в проекционном аппарате, сосредоточиваются только на одной стороне перфорации, т. е. нагрузка на один край перфорационных отверстий удваивается. Кроме того, приложение усилий на одну сторону пленки создает перекос, что в еще большей степени способствует одностороннему разрушению перфорации.

Практический метод установления шахматного смещения перфорации состоит в следующем: на проверяемом участке пленка складывается вдвое; посредством лупы по одной стороне точно совмещаются перфорационные отверстия сложенной вдвое пленки; точно подогнанная по перфорациям сложенная пленка фиксируется скрепками; через лупу проверяется степень совпадения двух-трех пар параллельных перфорационных отверстий. Не-

* Устройство и применение микрометра см. на стр. 472.

смотря на несовершенство этого метода, он все-таки дает возможность обнаружить значительное шахматное смещение.

Допуск на шахматное смещение по нормам ОСТ предусматривается не более ± 0,03 *мм*. Такие величины с достаточной степенью точности измеряются специальными измерительными микроскопами, имеющимися в распоряжении пленочных и копировальных фабрик и научно-исследовательских институтов.

Глава 26

РАЗМЕРЫ, РАСПОЛОЖЕНИЕ КАДРОВ, ФОНОГРАММЫ И РАКОРДЫ

Высокое качество кинопоказа может быть обеспечено при условии, если размеры и расположение кадров и фонограммы на фильме соответствуют размерам, предусмотренным нормами.

Полностью или частично смещенная фонограмма не попадает в поле читающего штриха, не воспроизводится звуковоспроизводящим устройством вовсе или воспроизводится с искажениями.

Нестандартные размеры кадров и неправильное их положение снижают качество кинопоказа, так как некоторая часть изображения не попадает на экран.

Общесоюзный стандарт ОСТ-кино 3 (рис. 290) предусматривает для позитивных звуковых копий: ширину кадра 22,1 *мм* с допуском минус 0,35 *мм*; высоту кадра 16,1 *мм* с допуском минус 0,25 *мм*; расстояние между кадрами 2,9 *мм* с допусками плюс 0,25 *мм* и с минусом 0,05 *мм*; расстояние от ведомого края пленки до кадра 7,85 *мм*, с допуском ± 0,1 *мм*.

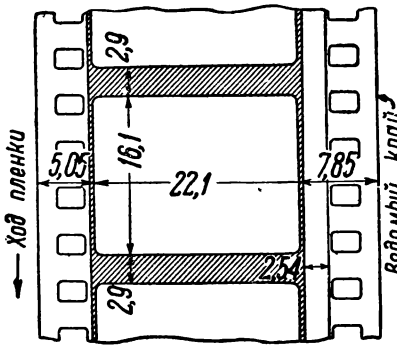


Рис. 290. Размеры и расположение кадров в звуковом фильме

Допуски на размеры кадров относятся к фильмам в течение 24 часов после их фотографической обработки на фабрике массовой печати фильмов. Последующее изменение размеров за время хранения, транспортировки и эксплоатации не нормируется.

Общесоюзный стандарт ОСТ-кино 4 (рис. 291) предусматривает следующие размеры и расположение фонограммы: расстояние от ведомого края пленки до осевой линии фонограммы 6,17 *мм* ± 0,1 *мм*; ширина фонограммы 2,54 ± ±0,1 *мм*; читающий штрих 2,15 *мм* ± 0,05 *мм*.

Изображение и фонограмма рассчитаны на скорость движения пленки в кинопроекционном аппарате со скоростью 0,456 *м* или 24 кадра в секунду.

В табл. 12 показано время, необходимое для беспрерывного пропуска через кинопроектор кинофильмов, имеющих метраж (длину) от 300 *м* до 2700 *м*.

Таблица 12

Метраж фильма (в м)	Время, необходимое для пропуска этого метража в проекторе		
	Часы	Минуты	Секунды
300	—	11	—
400	—	14	40
500	—	18	20
600	—	22	—
700	—	25	40
800	—	29	20
900	—	33	—
1 000	—	36	40
1 500	—	55	—
2 000	1	13	20
2 500	1	31	40
2 700	1	39	—

Звук смещается относительно изображения на 20 кадров с допуском + 0,5 кадра.

Фильм заряжается в проектор, как правило, эмульсией к источнику света.

ГОСТ-кино (рис. 292) предусмотрены следующие размеры кадрового окна кинопроекционного аппарата: ширина 20,9 *мм* с допуском + 0,1 *мм*;

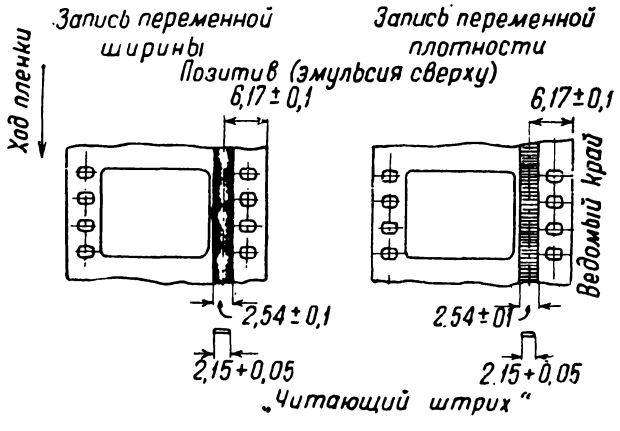


Рис. 291. Размеры и расположение фонограммы фильма

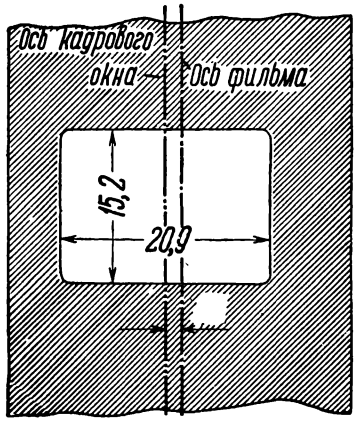


Рис. 292. Форма, размеры и расположение кадрового окна кинопроектора для 35-*мм* фильмов

высота 15,2 *мм* с допуском + 0,1 *мм*; расстояние между вертикальной линией кадрового окна и ведомым краем фильма 8,3 *мм* + 0,1 *мм*; смещение оси фильма относительно оси кадрового окна — 1,25 *мм*.

Технические условия на длину части фильма и количество склеек

Фильмокопии, поступающие с копировальных фабрик в эксплоатацию, должны отвечать следующим техническим условиям: длина каждой части фильмокопии не должна превышать 300 *м* и не быть менее 250 *м*.

В фильмокопиях, состоящих из нескольких частей, только одна часть допускается длиной менее 250 *м* (в метраж части входят сюжет фильма и ракорды, за исключением защитных концовок).

В новых фильмокопиях, выпускаемых копирфабриками, допускается не больше семи склеек в одной части, не считая склеек защитных концовок.

Ракорды

Для начальных и конечных ракордов (концовок) установлен общесоюзный стандарт (рис. 293) ОСТ-кино 6.

Начальный ракорд состоит из следующих основных элементов: 1) защитной части — однородной чистой недеформированной пленки без изображения и фонограммы, подклеиваемой к ракорду и предназначенной для предохранения начальных ракордов и сюжета от быстрого износа, которому подвергаются концовки фильма; 2) выходного конца, заканчивающегося кадром с крестом; 3) опознавательной части; 4) зарядной части.

Защитная часть *1* вместе с выходной концовкой имеет длину 0,8 *м* с допуском + 0,2 *м* (защитная часть — 0,7 *м*; выходной конец — 0,1 *м*).

Выходная концовка заканчивается кадром с крестом *2*, после которого начинается опознавательная часть (длиной 34 кадра — 0,6 *м*). На ее первых 24 кадрах чередуются следующие надписи, черным на прозрачном фоне: название фильма *3* с указанием звуковой или немой; номер части с указанием «начало» *4*. Следующие 4 кадра — чистые, прозрачные, предназначаются для производственных отметок копировальных фабрик, на последних 6 кадрах (29—34)—название копировальной фабрики, печатавшей фильм *5*.

Поле фонограммы должно быть непрозрачным на всем протяжении концовки. За опознавательной концовкой следует зарядная часть (длиной 37 кадров, или 0,7 *м*), на первом кадре которой посредине — прозрачная полоска шириной 2 *мм* и перевернутая прозрачная надпись на черном фоне: «Заряжай в блок»—*6*. При зарядке фильма в кинопроекционный аппарат светлая полоска должна точно попадать в поле читающего штриха, обеспечивая совпадение (синхронность) звука с изображением на экране.

Все последующие кадры пронумерованы с 1-го по 19-й прозрачными цифрами на черном фоне. На 20-м кадре — перевернутая надпись черным на прозрачном фоне: «Заряжай в окно»—*7*. 20-й кадр должен точно совпадать с кадровым окном, обеспечивая начало показа фильма «В рамку» и правильное положение кадра относительно фонограммы.

Через 15 кадров — надпись: «Включение мотора»—*8*. В промежутке между этими надписями — место контрольной сенситограммы, печатаемой в процессе копировки фильма и имеющей производственное значение для определения плотности печати.

Участок ракорда до надписи «Включение мотора» предназначен для того, чтобы, прежде чем включить мотор кинопроектора, киномеханик сделал несколько оборотов от руки, пропустив зарядную часть ракорда от кадра «Заряжай в окно» до кадра «Включение мотора». Провертывание аппарата от руки дает возможность проверить правильность зарядки, нормальное прохождение фильма и нормальную работу аппарата.

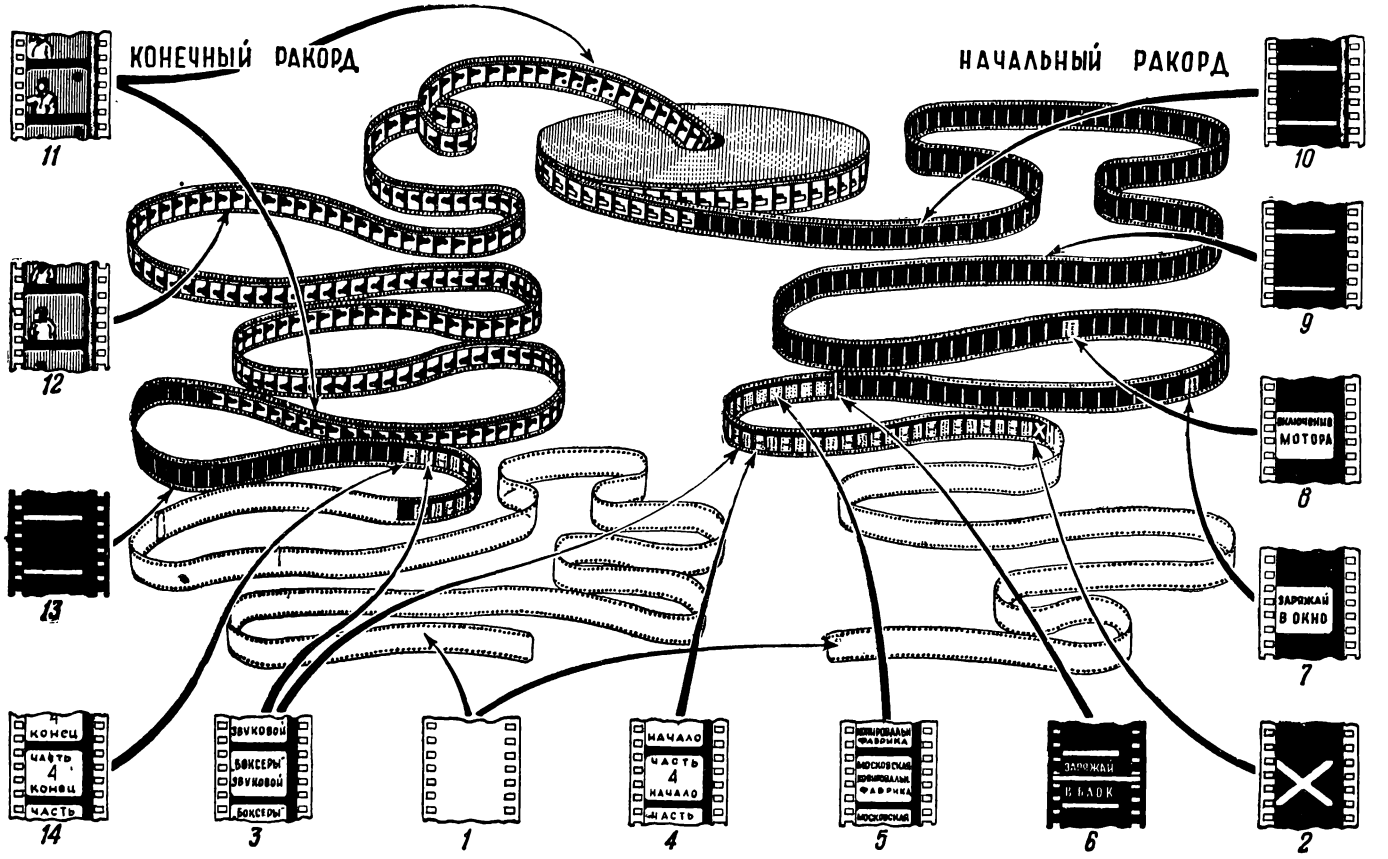


Рис. 293. Начальный и конечный ракорды 35-*мм* кинофильма

1 — защитная концовка; *2* — старт опознавательной части; *3,4* — опознавательные кадры; *5* — название копирфабрики; *6,7,8* — кадры зарядной части ракорда; *9* — переходная часть; *10* — начало фонограммы; *11* — сигнальные отметки конечного ракорда; *12* — промежуточные кадры между сигнальными без отметок; *13* — переходная часть; *14* — опознавательные кадры конечного ракорда

За зарядной частью следует переходная часть — пленка, разделенная на отдельные кадры светлыми полосками, непрозрачная в поле изображения и фонограммы *9*. Длина переходной части — 120 кадров, или 2,3 *м*. Назначение переходной части — оставить некоторый резерв времени, необходимый для достижения аппаратом нормального числа оборотов после пуска, до включения проекционной лампы и звука, а также для того, чтобы сделать малозаметными для зрителей переходы с поста на пост.

После переходной части начинается фонограмма *10* на протяжении 20 кадров, а затем выход изображения из затемнения.

Конечный ракорд. Знаки «Внимание!», «Приготовиться!», сигнализирующие на двухпостных киноустановках вступающему в работу второму кинопроектору, начинаются на сюжете приблизительно за 3,3 *м* или за 162 кадра до окончания сюжета части, примерно за 6—7 секунд до конца. В правом верхнем углу на четырех кадрах нанесены круглые черные, в одинаковом месте расположенные точки *11* диаметром до 2 *мм*.

По первому сигналу при переходе с поста на пост включается мотор второго проектора. За первыми сигнальными отметками проходит 3 *м* изображения без всяких отметок *12*, после чего следует второй сигнал — в верхних правых углах кадров четыре круглых отметки *11* диаметром 2 *мм*.

По второму сигналу начинает работать вступающий в работу проектор; одновременно выключается звук на оканчивающем работу проекторе.

После четырех кадров с отметками второго сигнала четыре кадра изображения не имеют никаких отметок. Вслед за тем начинается переходная часть конечного ракорда *13*, разделенная светлыми полосками на кадры, непрозрачные в поле изображения, и фонограммы (ее длина 0,5 *м*, или 25 кадров). После переходной части следует опознавательная часть (длиной 0,3 *м*, или 16 кадров), первые четыре кадра которой предназначаются для производственных отметок копировальных фабрик. На следующих 20 кадрах чередуются надписи черным на прозрачном фоне *14*, название фильма с указанием — звуковой или немой, номер части и надпись «Конец».

Опознавательная часть конечного ракорда оканчивается защитной частью, выходной конец которой имеет 0,2 *м*, и защитной концовкой — чистой недеформированной пленкой без изображения и фонограммы *1*, длиной 2,75 — 3,00 *м*.

Глава 27

СКЛЕЙКА ФИЛЬМОВ

Качество склеек фильма имеет очень большое значение для качества кинопоказа. Выход фильма из рамки во время демонстрирования, резкая качка, щелчки при звуковоспроизведении и частые обрывы в большинстве случаев являются результатом неправильных или недоброкачественных склеек, увеличивающих, кроме того, опасность воспламенения фильма в фильмовом канале.

Плохие склейки часто вызывают сход фильма с барабана и образование на нем следов зубьев барабана. Так как грубая, перекошенная склейка с

трудом проходит через фильмовый канал, в участках фильма, прилегающих к плохим склейкам, наблюдается повышенный износ вследствие того, что на рабочие края перфорации зубьями транспортирующих барабанов прикладывается чрезмерно большое усилие; в результате образовываются надсечки и разрывы перфорации на фильме.

Нормами ОСТ-кино установлены склейки двух типов: *I* и *II* класса (рис. 294).

Склейка *I* класса располагается в межкадровом пространстве и имеет ширину 2 *мм*. Склейка *II* класса располагается в межкадровом пространстве и нижнем крае кадра и имеет ширину 4 *мм*.

Склейку нужно делать очень чисто, без пузырей, коробления, пятен клея и следов пальцев. Склеенные края должны прилегать плотно и не иметь перекоса. После суточного срока склейка должна выдерживать разрывное усилие не ниже 20 *кг* по всему сечению.

Качество склейки во многом зависит от качества клея, который должен удовлетворять следующим требованиям: а) быстро схватывать, быстро

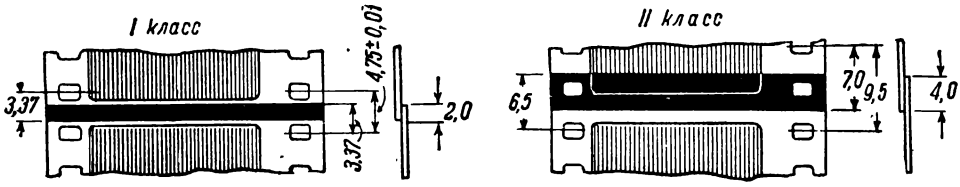


Рис. 294. Склейка 35-*мм* кинофильма (ОСТ-кино-5)

растворять поверхности склеиваемых участков основы; б) быстро сохнуть; в) не вызывать коробления при тепловом воздействии на фильм лучей проекционной лампы; г) не оставлять пятен в месте склейки; д) обеспечивать прочную и малозаметную на экране склейку, способную выдержать прохождение через кинопроектор не менее 400—500 раз.

Для 35-*мм* фильмов этим требованиям удовлетворяет киноклей, составленный по рецептам, приведенным в табл. 13.

Таблица 13

Рецепт № 1		Рецепт № 2		Рецепт № 3	
Наименование	Количество (в *см*³)	Наименование	Количество (в *см*³)	Наименование	Количество (в *см*³)
Ацетон	75	Ацетон	75	Этилацетат . .	75
Амилацетат . . .	25	Бутилацетат . .	25	Бутилацетат . .	25
Коллоксилин (*г*) .	5	Коллоксилин (*г*)	5		

Качество склеек зависит не только от качества клея, но и от того, насколько правильно и тщательно они выполнены.

Ручной склейкой трудно обеспечить точность совмещения склеиваемых концов и плотный равномерный прижим; поэтому склейка, выполненная посредством пресса, всегда будет лучше ручной. На рис. 295 показан склеечный пресс с приспособлениями для точной обрезки концов фильма и зачистки эмульсии.

Концы фильма, предназначенные для склеивания вручную, обрезаются, как показано на рис. 294—II класс. С конца фильма в месте склейки сни-

мается эмульсионный слой. Зачистка производится равномерно по всей поверхности; эмульсия соскабливается осторожно, чтобы не затронуть и

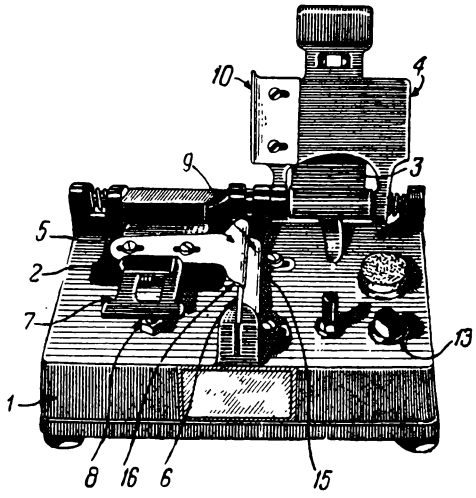


Рис. 295. Пресс для склейки 35-*мм* кинофильмов 35-ПСП-I

1 — корпус пресса; *2* — левое ложе; *3* — правое ложе; *4* — правая крышка; *5* — левая крышка; *6* — нож, неподвижно укрепленный в корпусе; *7* — защелка с пружиной; *8* — упор защелки; *9* — левый прижим; *10* — правый прижим; *13* — флакон для клея; *15* — нож правый; *16* — нож левый

не надрезать основу, так как даже незначительное нарушение целости основы ослабит прочность места склейки.

Эмульсионный слой соскабливается специальным ножичком, медицинским пинцетом или лезвием безопасной бритвы.

Если склейка производится посредством пресса, ширина зачищенной полоски должна равняться 2 *мм* (рис. 294 — I класс), а при ручной склейке — 4 *мм* (рис. 294 — II класс).

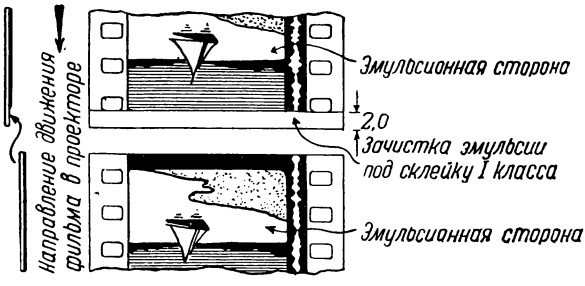


Рис. 296. Склейка 35-*мм* кинофильма

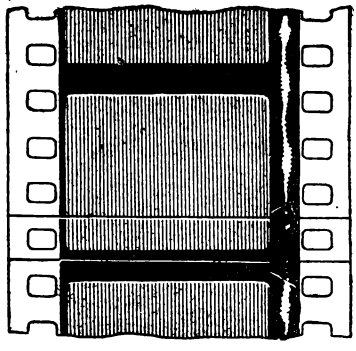


Рис. 297. Зачернение фонограммы тушью в месте склейки для устранения щелчка при звуковоспроизведении

Клей наносится на место склейки одним мазком мягкой кисточки. Обильного нанесения клея надо избегать, так как от этого сильно размягчаются и деформируются не только склеиваемые концы, но и участки пленки, прилегающие к месту склейки. Склейки с излишним количеством нанесенного клея не отличаются прочностью. Место склейки зажимается пальцами на стекле на 10—15 секунд (при ручной склейке), после чего можно продолжать перемотку, избегая, однако, рывков, натяжений фильма, перекручиваний или изгибов в местах свежих склеек.

Склейка фильма на прессе 35-ПСП-1 производится следующим образом: концы склеиваемого фильма последовательно укладываются в левое *2* и правое *3* ложа, закрывающиеся крышками *4* и *5*. Опуская каждое ложе на основание пресса, концы фильма одновременно обрезаются ножами *6*, *15* и *16*.

Эмульсия счищается вручную по направляющей планке лезвием или специальным скребком со щеточкой для удаления стружек. Прижимная пластинка, укрепленная на крышке с левой стороны, придерживает фильм при зачистке и ограничивает ширину склейки в пределах *2 мм*. Прижим с правой стороны спрессовывает место склейки после смазки клеем. На корпусе пресса помещается флакон для клея.

Наложение кусков фильма один на другой следует делать, как показано на рис. 296.

Края склейки должны плотно прилегать друг к другу. Не допускаются склейки с пузырями, пятнами, следами пальцев или покоробленные.

В местах склеек фонограмма закрашивается черной тушью (рис. 297), чтобы устранить щелчок при прохождении места склейки через звуковой штрих.

Углы склеиваемых концов фильма следует слегка закруглить.

Глава 28

ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ ФИЛЬМОКОПИЙ

В процессе демонстрирования фильмокопия пропускается через детали лентопротяжного тракта кинопроекционного аппарата, т. е. перематывается с начала на конец, взаимодействуя с деталями кинопроектора.

Следующая операция — перемотка фильма на моталке с конца на начало.

Проходя по стальным деталям кинопроектора (роликам, барабанам, фильмовому каналу), фильм подвергается истиранию. Интенсивность истирания фильма зависит от состояния поверхностей деталей, с которыми фильм приходит в соприкосновение: тщательно отполированные чистые и гладкие детали в наименьшей степени истирают фильм.

Большое значение для сохранения поверхностей фильма имеют также состояние и качество регулировки деталей фильмового тракта. В случае заедания роликов или других вращающихся деталей фильм не катится по поверхности детали, а скользит по одной стороне, подвергаясь весьма интенсивному истиранию.

Быстрому истиранию поверхности фильма способствуют также: а) чрезмерный прижим фильма в фильмовом канале и взаимодействие с плохо отрегулированными деталями звукового блока, которые приводятся во вращение сцеплением с фильмом; б) вытягивание конца рулона фильма для уплотнения; в) размотка части вручную на столе; г) спуск фильма на пол; д) выворачивание части на руку для осмотра перфорационных дорожек.

В процессе истирания фильма частички целлулоида и эмульсии откладываются на деталях фильмового тракта; постепенно уплотняясь и затвердевая, эти частички приобретают столь значительную твердость, что, приходя в соприкосновение с фильмом, наносят на него царапины и полосы.

Причиной образования царапин являются также пыль и грязь, оседающие на деталях проекционного аппарата и на фильмокопии. Чистый фильм может многократно проходить по чистой детали без заметного истирания; если же между деталью и фильмом попадут песчинки, пыль или грязь, образование царапин на фильме неизбежно.

На практике чаще всего царапины на фильме образуются в результате низкого качества обработки соприкасающихся с фильмом деталей фильмового тракта (барабанов, роликов, полозков и др.), на которых имеются острые края, раковины, риски, заусенцы и т. п.

Царапины на фильме появляются также из-за н а г а р а. Проходя через фильмовый канал, где пленка зажата между полозками и кадровой рамкой, перфорационные дорожки подвергаются истиранию, вследствие чего частички эмульсионного слоя как более мягкие отделяются от основы и оседают на полозках и других деталях, взаимодействующих с фильмом. Осевшие частички эмульсии смешиваются с пылью окружающего воздуха. В условиях нагрева частиц эмульсии, смешанных с пылью и грязью, источником света проектора и перемежающегося воздействия на желатину эмульсионного слоя, то подвергающуюся высушиванию, то увлажняющуюся окружающим воздухом, смесь эмульсии (желатины), пыли и грязи постепенно уплотняется и крепко слипается; кроме того, в нее зачастую примешиваются металлические опилки, отделяющиеся от плохо смазываемых трущихся деталей проектора. Вся эта масса, в виде острых бугорков, плотно оседает в фильмовом канале и на других деталях, приходящих в соприкосновение с фильмом, и не только царапает изображение, фонограмму и перфорационные дорожки, но иногда даже разрезает пленку.

Одним из методов борьбы с отложениями нагара в фильмовом канале является п р о т и в о н а г а р н а я р а м к а (см. рис. 305), устанавливаемая во время демонстрирования новых черно-белых фильмов с хорошо сохранившимися перфорационными дорожками.

Царапины на фильме часто вызываются сходом фильма с барабана из-за непрямолинейного взаиморасположения деталей фильмового тракта, перекошенных склеек и т. п. В результате фильм попадает под борта роликов, которые прокатывают на пленке острые полосы; кроме того, нарушается движение фильма по нормальному тракту, и фильм подвергается царапанию предохранительными щитками, стенками кассет и другими деталями.

Частые мелкие царапинки на поверхности фильма вызывают неприятное мелькание на экране темных точек и пятен, создающих впечатление дождя. Основная причина этого явления — ненормальные условия смотки фильма в проекционном аппарате и перемотки с конца на начало на моталке после демонстрирования фильма.

Неправильная регулировка фрикциона наматывателя передвижного проектора и неотбалансированный искривленный диск вызывают непрерывные изменения степени натяжения фильма. Если рулон зажат, на рывках происходит смещение одного витка относительно другого; при перемещениях витков попавшие между ними песчинки, пыль, грязь и др. наносят на поверхность фильмокопии мелкие царапинки.

Одной из причин образования значительного количества царапин является также грубая, покоробленная, плохо выполненная склейка, которая трется о соседний виток в момент стягивания и царапает фильм своими острыми краями.

Образовавшиеся в результате всех этих причин мельчайшие царапинки, вначале почти незаметные на экране, по мере дальнейшей эксплоатации фильма заполняются грязью и становятся видимыми.

Образовавшееся на фильмокопии покрытие из мелких загрязненных царапинок («дождь») приводит к так называемому паразитному шуму фонограммы, создающему большие помехи для звучания.

Все детали фильмопротяжного тракта должны соприкасаться только с перфорационными дорожками фильма, за исключением звукового барабана, с которым фильмокопия соприкасается всей своей поверхностью. Проверяя фильмопротяжный тракт, необходимо следить за тем, чтобы фильмокопия нормально взаимодействовала со свободно вращающимися и правильно расположенными деталями и чтобы наружное состояние деталей не стало причиной порчи фильмокопии.

Самым важным условием для ограждения фильма от интенсивного износа поверхностей является соблюдение строжайшего режима чистоты.

Глава 29

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФИЛЬМОКОПИЙ

Обеспечивая правильный уход за передвижной кинопроекционной аппаратурой и фильмом, киномеханики-стахановцы добиваются демонстрирования одной и той же звуковой фильмокопии 800 раз и более без заметного снижения качества кинопоказа, т. е. вдвое превышают установленную норму в 400 сеансов.

Если фильмокопия отработала 400 сеансов и лишь после этого пришла в негодность, никаких претензий к киномеханику не предъявляется — считается, что он работал нормально. Если же фильмокопия отработала меньше 400 сеансов и пришла в такое состояние, что ее пришлось досрочно списать как негодную, на виновника плохой работы накладывается штраф соответственно нанесенному убытку, т. е. соответственно количеству сеансов, недоработанных фильмокопией до нормы.

Если киномеханик так организовал уход за аппаратурой и фильмокопиями, что сумел показать не 400 сеансов, а больше, он может получить соответствующее поощрение за превышение нормы.

Обычно фильмокопия демонстрируется на одной и той же кинопередвижке несколько (самое большее 30—40) сеансов, после чего передается на другую киноустановку. Поэтому, передавая фильм с одной киноустановки на другую, необходимо каждый раз проверять его техническое состояние и определять, изношен ли фильм в соответствии с нормой, имеется ли сверхнормальный износ или недоизнос.

Жизнеспособность новой фильмокопии, т. е. пригодность для демонстрирования, определяется, как указано выше, в 400 сеансов; после возврата фильмокопии с киноустановки ее жизнеспособность может снизиться только на то количество сеансов, которое она только что отработала.

Действующей инструкцией по определению технического состояния 35-*мм* фильмокопий за единицу измерения принят процент технического износа. Новая фильмокопия, ни разу не демонстрировавшаяся, считается технически годной на 100 %, или ноль процентов износа. Один процент технической годности звукового фильма при работе на кинопередвижке

соответствует 4 сеансам; иначе говоря, за 4 сеанса износ может нормально повыситься на 1%. Если техническая годность фильма равна 20%, процент износа составляет 80%; это значит, что жизнеспособность фильма составляет $20 \times 4 = 80$ сеансов.

Более правильное представление о техническом состоянии фильма дает показатель жизнеспособности фильма, выраженный в сеансах, а не в процентах годности или износа. В самом деле, о фильмокопии, имеющей 80% износа, может создаться представление, как о малопригодной для работы; на самом деле она может и должна отработать без снижения качества кинопоказа еще 80 сеансов, поэтому правильнее так и говорить: техническое состояние звукового фильма для кинопередвижки обеспечивает еще 80 сеансов.

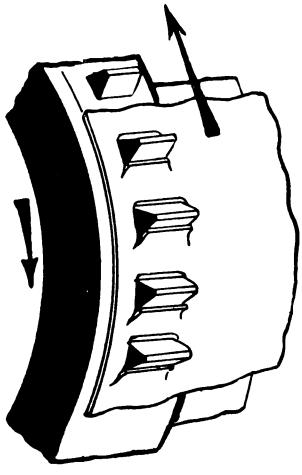


Рис. 298. Процесс образования надсечек в углах перфорационных отверстий фильма

Пригодность фильмокопии для демонстрирования прежде всего определяется состоянием перфорационных дорожек: если изображение и фонограмма находятся в наилучшем состоянии, все равно фильм с негодными перфорационными дорожками приходится списывать как негодный, поскольку он не может транспортироваться (передвигаться) в аппарате.

Во время передвижения фильма в проекторе все усилия зубчатых барабанов прикладываются к перфорационным дорожкам, вследствие чего последние изнашиваются в первую очередь. В условиях нормального нарастания степени износа фильма в местах приложения усилий зубчатыми барабанами—на краях (или на углах) перфорационных отверстий — вначале появляются точкообразные повреждения, которые постепенно по мере роста количества отработанных сеансов увеличиваются, превращаясь во все большие и большие надсечки. Как только эти надсечки доходят до края фильма, до следующего перфорационного отверстия или захватывают изображения или фонограмму, дальнейшее демонстрирование фильмокопии становится невозможным и ее приходится списывать как негодную.

В кинопроекторе фильм движется сверху вниз, от верхней кассеты к нижней. Зубья барабанов входят в перфорационные отверстия фильма и давят на нижние (по ходу фильма) края перфорационных отверстий (рис. 298), т. е. нижние края перфорационных отверстий подвержены наиболее интенсивному износу.

Нижний край принято называть рабочим краем перфорации, так как он принимает на себя всю нагрузку по перемещению фильма в аппарате, тогда как верхний край, не испытывающий напряжений в условиях нормальной эксплоатации, не подвержен износу, а потому называется нерабочим краем перфорации.

Нормальное нарастание износа или повреждения фильмокопии происходит по рабочему краю перфорации (рис. 299). Вначале появляется точкообразное повреждение края или угла перфорационного отверстия, не превышающее 0,1 *мм*, называемое надколом — НК (рис. 299, *а*). По мере дальнейшей эксплоатации надкол увеличивается и постепенно превращается в разрыв края или угла перфорационного отверстия.

Разрыв края или угла перфорации на величину до 0,35 *мм* называется мелкой надсечкой — МН (рис. 299, *б*).

Разрыв края или угла перфорации на глубину до 0,8 *мм* называется средней надсечкой — СН (рис. 299, *в*).

Разрыв края или угла в направлении края фильма (или межперфорационного участка) на глубину до 1,5 *мм* называется глубокой надсечкой — ГН (рис. 299, *г*).

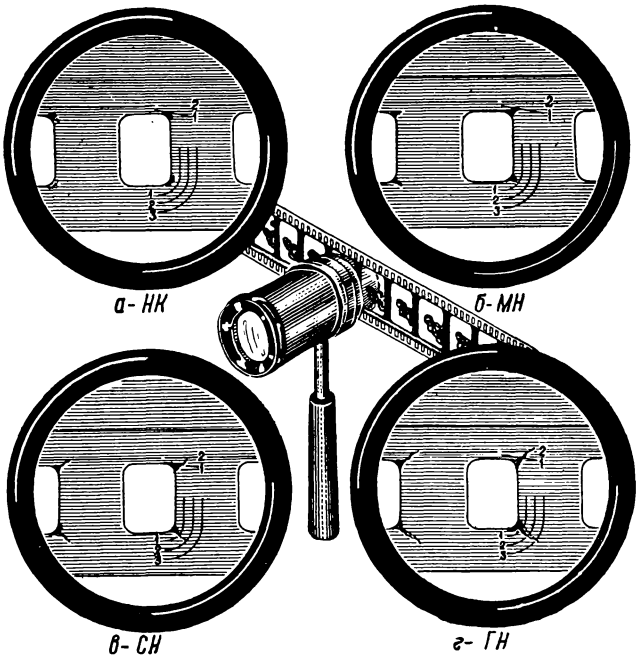


Рис. 299. Виды повреждений перфорации фильма
В центре показана контрольная лупа для определения вида повреждения перфорации

Поражение фильма большим количеством глубоких надсечек вызывает неустойчивость кадра на экране. По мере дальнейшего роста величины и количества глубоких надсечек они доходят до изображения и фонограммы и способствуют образованию стрижек, т. е. отваливанию отдельных участков перфорационной дорожки. Поэтому если глубокой надсечкой поражено даже небольшое количество перфораций, эксплоатационная способность звуковой фильмокопии определяется для кинопередвижки всего лишь в 50—60 сеансов; по мере увеличения глубоких надсечек количество сеансов, которое фильмокопия может отработать до полного износа, становится все меньшим и меньшим. С дальнейшим ростом глубоких надсечек техническая годность фильмокопии становится равной нулю, т. е. непригодной для демонстрирования.

Таким образом техника определения эксплоатационной годности фильмокопии заключается в установлении величины разрыва перфорации и количества рабочих углов перфорации, пораженных этими разрывами.

На глаз определять величины разрывов перфорации, измеряемые долями миллиметра, трудно; поэтому для более точного отнесения надсечек перфорации к той или иной степени (мелкая, средняя, глубокая) применяется специальная лупа (рис. 300).

Проверяемый участок перфорации вставляется в прорезь лупы и рассматривается на фоне специальной сетки. Перфорационная дорожка рассматривается на просвет через матовое стекло.

Сетка лупы выгравирована на стекле. Границы края фильма и перфорации, выгравированные на сетке, совмещаются с краем и перфорациями проверяемого фильма. В зависимости от того, до какого штриха распро-

страняется разрыв перфорации или в какой зоне он находится (например, от края перфорации до штриха *1*, от края перфорации до штриха *2* и т. д.), определяется вид дефекта, а именно: мелкая надсечка, средняя надсечка, глубокая надсечка. Лупа дает чистое, неискаженное изображение, увеличенное в восемь раз.

Вместо лупы на стационарных киноустановках и в мастерских Главкинопроката применяется так называемый дефектоскоп (рис. 301). Принцип, положенный в основу этого прибора, состоит в следующем.

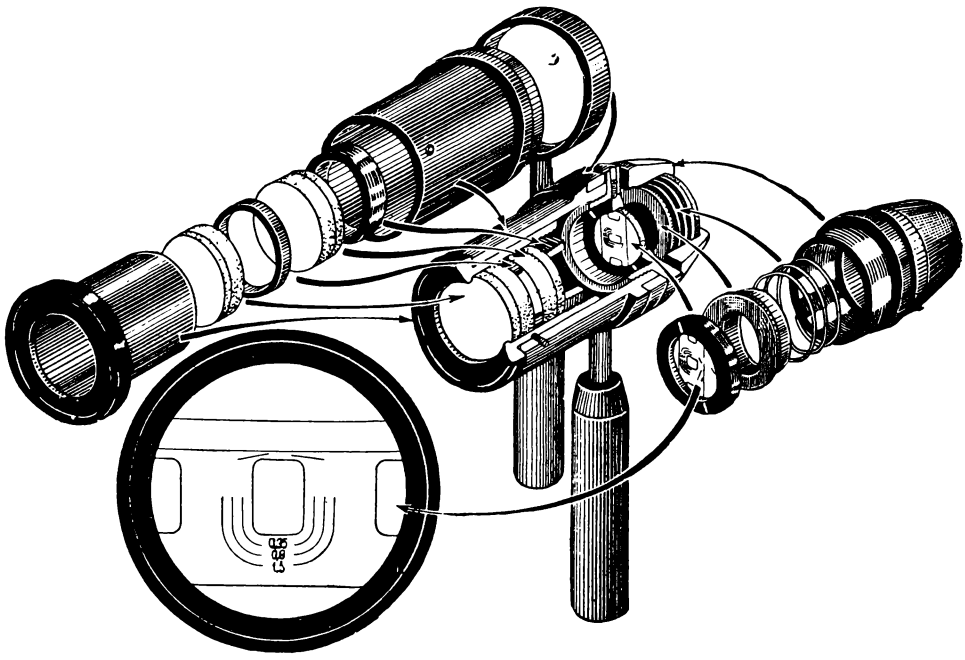


Рис. 300. Устройство контрольной лупы для определения вида повреждения перфорации

На специальную шкалу, представляющую собой увеличенное изображение перфорационного отверстия с нанесенными около него в масштабе делениями (зонами), проицируется изображение перфорационного отверстия проверяемого фильма. Если изображение совпадает со шкалой, повреждение (надкол, надсечка, разрыв) проицируется на делении шкалы, по которому точно определяется величина повреждения.

Прибор имеет собственный источник света — лампочку автомобильного типа напряжением 4 вольта. Луч от источника света отражается рефлектором, проходит через конденсорную линзу и просвечивает проверяемый участок перфорационной дорожки фильма.

Дефектоскоп питается от сети переменного тока напряжением 120 или 220 вольт. Для получения необходимого напряжения в 4 вольта внутри прибора помещен понижающий трансформатор, включаемый в цепь переменного тока посредством шнура с штепсельной вилкой. Проверяемый участок фильма вставляется в зазор между верхней и нижней пластинками. Фильм продвигается в горизонтальном направлении до тех пор, пока изображение контролируемого перфорационного отверстия не совпадет с изо-

бражением перфорации шкалы. На линзе-экране отчетливо видно повреждение перфорации.

Для определения технического состояния части фильмокопии нужно знать, в какой степени она поражена тем или иным видом дефекта, т. е. какое количество перфорационных отверстий имеет надкол, мелкие, средние или глубокие надсечки. Так как фильм в большинстве случаев изнашивается равномерно на всем протяжении части, то, чтобы судить о степени поражения всей части фильмокопии тем или иным видом дефекта, достаточно проверить на выдержку несколько небольших участков фильма и по ним судить о состоянии всей части фильмокопии.

В каждой части фильмокопии устанавливаются три контрольных участка: 1) на расстоянии 20 *м* от начала; 2) на середине части, между началом и концом; 3) в 20 *м* от конца части. На каждом участке проверяются с обеих сторон отрезки перфорационных дорожек, прилегающих к трем кадрам. Таким образом проверка ведется на каждом участке по 24 перфорационным отверстиям (к каждому кадру прилегает по 4 перфорации с каждой стороны), в которых имеется 48 углов, прилегающих к рабочему краю перфорации. На каждом участке подсчитывается количество углов перфорации, прилегающих к рабочему краю, пораженных наибольшим видом повреждения: надколом, мелкой, средней или глубокой надсечкой. Затем подсчитывается сумма всех углов, пораженных одним наибольшим видом дефекта на всех трех контрольных участках.

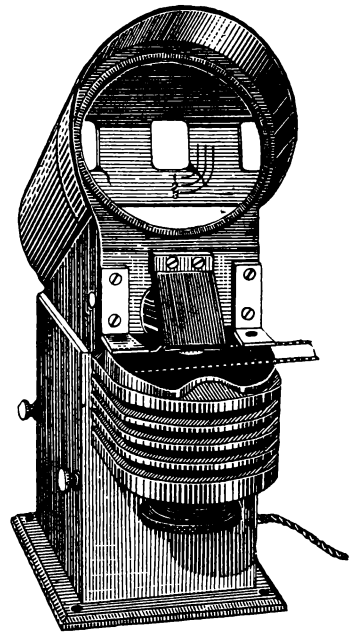


Рис. 301. Дефектоскоп — настольный прибор для определения вида повреждения перфорации

Зная сумму и вид дефекта, находят по табл. 14, какому количеству демонстраций соответствует вид износа и его распространение, обнаруженные в проверяемой части фильмокопии.

Данные проверки фильмокопий в органах Главкинопроката заносятся в специальную учетную карточку, заведенную на каждый фильм (форма № 21, стр. 268).

Фильмокопия, выдаваемая в прокат, сопровождается паспортом, в котором зафиксированы данные о ее техническом состоянии. Получив фильмокопию, киномеханик может проверить, соответствуют ли записи в паспорте фактическому техническому состоянию фильма.

Фильмокопия, возвращенная в Главкинопрокат после демонстрирования на киноустановке, проверяется и показатели ее технического состояния заносятся на следующую строчку в ту же карточку. Таким образом показатели технического состояния фильмокопии до ее выдачи на киноустановку сопоставляются с показателями технического состояния по возвращении, учитывается количество отработанных сеансов, отмечаемых киномехаником в паспорте; на основании всех этих данных делается вывод, изношена ли фильмокопия в соответствии с установленной нормой, допущен ли сверхнормальный износ или же износ фильма ниже нормы, установленной для данного количества сеансов.

Таблица 14

Нормы износа части 35-*мм* фильмокопии

Сумма пораженных рабочих углов перфорации на трех контрольных участках				% износа части	Норма демонстраций				Техническое состояние поверхности фильма
					Звуковой фильм		Немой фильм		
					Аппарат				
Надкол (*НК*)	Мелкая надсечка (*МН*)	Средняя надсечка (*СН*)	Глубокая надсечка (*ГН*)		стационарный	передвижка	стационарный	передвижка	
от 3 до 10	—	—	—	1	6	4	8	5	Первая степень
18	—	—	—	2	12	8	16	10	»
25	—	—	—	3	18	12	24	15	»
30	—	—	—	4	24	16	32	20	»
32	—	—	—	5	30	20	40	25	»
34	—	—	—	6	36	24	48	30	»
36	—	—	—	7	42	28	56	35	»
38	—	—	—	8	48	32	64	40	»
40	—	—	—	9	54	36	72	45	»
42	—	—	—	10	60	40	80	50	»
44	—	—	—	11	66	44	88	55	»
46	—	—	—	12	72	48	96	60	»
48	—	—	—	13	78	52	104	65	»
50	—	—	—	14	84	56	112	70	»
52	—	—	—	15	90	60	120	75	»
55	—	—	—	16	96	64	128	80	»
58	—	—	—	17	102	68	136	85	»
61	—	—	—	18	108	72	144	90	»
64	—	—	—	19	114	76	152	95	»
67	—	—	—	20	120	80	160	100	»
70	—	—	—	21	126	84	168	105	»
73	—	—	—	22	132	88	176	110	»
76	—	—	—	23	138	92	184	115	»
79	—	—	—	24	144	96	192	120	»
82	—	—	—	25	150	100	200	125	»
85	—	—	—	26	156	104	208	130	»
88	—	—	—	27	162	108	216	135	»
91	—	—	—	28	168	112	224	140	»
94	—	—	—	29	174	116	232	145	»
97	—	—	—	30	180	120	240	150	»
101	—	—	—	31	186	124	248	155	»
105	—	—	—	32	192	128	256	160	»
109	от 3 до 10	—	—	33	198	132	264	165	»
113	12	—	—	34	204	136	272	170	»
117	—	—	—	35	210	140	280	175	»
122	18	—	—	36	216	144	288	180	Вторая степень
127	21	—	—	37	222	148	296	185	»
132	24	—	—	38	228	152	304	190	»
138	27	—	—	39	234	156	312	195	»
144	30	—	—	40	240	160	320	200	»
—	33	—	—	41	246	164	328	205	»
—	36	—	—	42	252	168	336	210	»
—	39	—	—	43	258	172	344	215	»
—	42	—	—	44	264	176	352	220	»
—	45	—	—	45	270	180	360	225	»
—	48	—	—	46	276	184	368	230	»
—	51	—	—	47	282	188	376	235	»
—	54	—	—	48	288	192	384	240	»
—	57	—	—	49	294	196	392	245	»
—	60	—	—	50	300	200	400	250	»

Продолжение

Сумма пораженных рабочих углов перфорации на трех контрольных участках				% износа части	Норма демонстрации				Техническое состояние поверхности фильма
					Звуковой фильм		Немой фильм		
					Аппарат				
Надкол (НК)	Мелкая надсечка (МН)	Средняя надсечка (СН)	Глубокая надсечка (ГН)		стационарный	передвижка	стационарный	передвижка	
—	63	—	—	51	306	204	408	255	Вторая степень
—	66	—	—	52	312	208	416	260	»
—	69	—	—	53	318	212	424	265	»
—	72	—	—	54	324	216	432	270	»
—	75	—	—	55	330	220	440	275	»
—	78	—	—	56	336	224	448	280	»
—	81	—	—	57	342	228	456	285	»
—	84	—	—	58	348	232	464	290	»
—	87	—	—	59	354	236	472	295	»
—	90	от 3 до 10	—	60	360	240	480	300	»
—	93	—	—	61	366	244	488	305	»
—	96	12	—	62	372	248	496	310	»
—	99	15	—	63	378	252	504	315	»
—	102	18	—	64	384	256	512	320	»
—	105	21	—	65	390	260	520	325	»
—	108	27	—	66	396	264	528	330	Третья степень
—	111	30	—	67	402	268	536	335	»
—	114	33	—	68	408	272	544	340	»
—	117	36	—	69	414	276	552	345	»
—	120	39	—	70	420	280	560	350	»
—	123	42	—	71	426	284	568	355	»
—	126	45	—	72	432	288	576	360	»
—	129	48	—	73	438	292	584	365	»
—	132	51	—	74	444	296	592	370	»
—	135	54	—	75	450	300	600	375	»
—	138	57	—	76	456	304	608	380	»
—	144	60	—	77	462	308	616	385	»
—	—	63	—	78	468	312	624	390	»
—	—	69	—	79	474	316	632	395	»
—	—	75	—	80	480	320	640	400	»
—	—	81	—	81	486	324	648	405	»
—	—	87	—	82	492	328	656	410	»
—	—	93	—	83	498	332	664	415	»
—	—	99	от 3 до 10	84	504	336	672	420	»
—	—	105	12	85	510	340	680	425	»
—	—	111	14	86	516	344	688	430	»
—	—	117	16	87	522	348	696	435	»
—	—	123	18	88	528	352	704	440	»
—	—	132	21	89	534	356	712	445	»
—	—	144	24	90	540	360	720	450	»
—	—	—	27	91	546	364	728	455	»
—	—	—	30	92	552	368	736	460	»
—	—	—	33	93	558	372	744	465	»
—	—	—	36	94	564	376	752	470	»
—	—	—	39	95	570	380	760	475	»
—	—	—	45	96	576	384	768	480	»
—	—	—	51	97	582	388	776	485	»
—	—	—	57	98	588	392	784	490	»
—	—	—	63	99	594	396	792	495	»
—	—	—	72	100	600	400	800	500	»

Форма № 21

_____ (звуковой, немой). Количество частей _____
(название кинофильма)

Инвентарный № копии

Часть 1 **Контрольный метраж части** _____ **метров**

Дата проверки	№ фильмопроверщицы	Фактический метраж	Количество склеек	Дефекты по перфорации						Сумма дефектов по трем участкам	% технического износа
				1-й участок		2-й участок		3-й участок			
				Вид повреждений	Количество дефектов	Вид повреждений	Количество дефектов	Вид повреждений	Количество дефектов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продолжение

Аварийные дефекты			Общий % технического износа части	Степень износа поверхности	Количество сеансов, отработанных копией		Средний % технического износа фильмокопии
Вид дефектов	Количество дефектов	% технического износа			на стационарных аппаратах	на передвижных аппаратах	
13	14	15	16	17	18	19	20

Техническое состояние фильмокопий определяется по контрольным участкам и по таблице только для тех видов повреждений, образование которых в процессе нормальной эксплоатации закономерно (надкол; мелкая, средняя и глубокая надсечки).

Кроме нормальных дефектов, возможны повреждения, вызванные аварийным состоянием аппаратуры или неправильной эксплоатацией: р а з р ы в п е р ф о р а ц и и — РП — разрыв края или угла перфорации на глубину более 1,5 *мм*, до края фильма или до следующего перфорационного отверстия; с т р и ж к а — СТ — отсутствие (срез) перфорационной дорожки; с г и б — СГ или н а д р е з а ю щ а я п о л о с а — резко прочерченная острием линия вдоль перфорационной дорожки, фонограммы или сюжета, затрагивающая основу.

Определяя техническое состояние фильмокопии, принимают во внимание только дефекты перфорации, имеющие систематическое распространение на всем протяжении части или на значительном ее протяжении (не менее

15 *м*). При оценке износа части во внимание не принимаются отдельные случайные повреждения перфорации, не являющиеся типичными для износа всей части, или количество которых на всех трех участках не превышает двух пораженных углов.

Если в фильмокопии имеются дефекты, образовавшиеся в результате аварии (разрыв перфорации, стрижка, сгиб и другие дефекты, влияющие на сокращение срока службы фильма), показатели ее технической годности соответственно снижаются на определенную, установленную нормами величину.

При наличии разрывов перфорации или стрижек, встречающихся на протяжении пятиметрового участка от 5 до 10 раз (причем каждая стрижка не захватывает подряд более двух перфорационных отверстий, и такие дефектные участки повторяются на протяжении части не более 10 раз), техническая годность этой части фильма, эксплоатируемого на звуковой передвижке, снижается на 20 сеансов (т. е. на 5%).

Если одна из частей фильма поражена разрывами перфорации или стрижками, захватывающими подряд не более двух перфорационных отверстий и встречающихся на пятиметровом участке более 10 раз, либо при наличии таких дефектных участков более десяти на часть, или в том и другом случае вместе, причем встречаются единичные стрижки и разрывы, захватывающие подряд до трех кадров, — годность части снижается для фильма, эксплоатируемого на звуковой передвижке, на 40 сеансов (т. е. на 10%).

В случае, если стрижка систематически повторяется на всем протяжении части и охватывает местами подряд более трех кадров с одной стороны, годность части снижается для звуковой передвижки на 60 сеансов (т. е. на 15%).

При сплошной стрижке или сплошном разрыве края перфорации с одной или двух сторон на протяжении одного и более метров поврежденный участок приравнивается к потере соответствующего количества метров.

Редко встречающиеся единичные стрижки, захватывающие не более двух перфораций подряд и не более десяти на протяжении всей части, техническую годность данной части фильмокопии не снижают.

Сгиб или надрезающая полоса (СГ), затрагивающая основу на протяжении более 10 *м*, снижает техническую годность части на 120 сеансов (т. е. на 30%).

Если этим дефектом поражено менее 10 *м*, поврежденный участок приравнивается к потере соответствующего количества метров.

В случае образования резкой надрезающей полосы, вызывающей отваливание перфорационной дорожки на протяжении более 20 *м*, часть считается негодной и подлежит списанию.

Дефекты по нерабочему краю перфорации (встречные надсечки — мелкие, средние и глубокие) учитываются отдельно. Надкол не учитывается. По встречным надсечкам определяется износ части фильма путем подсчета общего количества дефектов на трех контрольных участках с последующим определением по таблице износа части только по встречным надсечкам; износ принимается в расчет только в половинном размере.

Если фильмокопия поражена нормальными дефектами (надкол, мелкая, средняя и глубокая надсечки) и одновременно содержит также аварийные дефекты (сгиб, разрыв перфорации, стрижка и надсечки по нерабочему краю перфорации), общий ее износ определяется общей суммой показателей износа по всем видам повреждений и дефектов.

Определение технического состояния поверхностей фильмокопии

Образование полос, потертостей и царапин на поверхностях фильмокопий — явление закономерное после определенного количества отработанных сеансов. Если новая фильмокопия демонстрируется на звуковой кинопередвижке, то образование на ее поверхности дефектов II степени можно считать закономерным лишь после 140 сеансов, дефектов III степени — после 260 сеансов.

Если ухудшение состояния поверхностей фильмокопии наступает ранее этого количества сеансов, значит киномеханик работает плохо, и на него начисляется соответствующий штраф.

Состояние поверхностей части фильмокопии определяется по эмульсионной (матовой) и по целлулоидной (глянцевой) сторонам.

В зависимости от характера повреждения и его распространения устанавливаются три степени состояния поверхности фильма: I степень — на поверхности нет заметных дефектов; II степень — наличие легких полос, хорошо видимых невооруженным глазом при отраженном свете, но мало заметных на экране; III степень — четко видимые в проходящем и отраженном свете потертости или крупные полосы; на экране местами заметный «дождь», местами — легкие полосы по сюжету; несколько повышенный шум фонограммы.

Фильмокопии, годные для демонстрирования, должны быть полносюжетными, с полной фонограммой, без крупных и часто повторяющихся дефектов на поверхностях.

Наличие дефектов, вносящих значительные помехи и искажения во время кинопоказа (резкие полосы на крупных планах, следы зубьев барабанов, повреждения фонограммы, сплошной «дождь» и т. д.), не дает оснований считать данную часть фильма годной, даже если перфорационные дорожки находятся в хорошем состоянии.

При оценке состояния поверхностей фильма не учитываются единичные случайные дефекты, не типичные для износа всей части фильма и захватывающие небольшой участок.

Глава 30

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ ФИЛЬМОКОПИИ

Приемка и упаковка

Фильмокопии, прибывающие на киноустановку и отправляемые с киноустановки после демонстрирования, упаковываются в опломбированные ящики. Приемка поступившей на киноустановку фильмокопии начинается с проверки целости пломб ящиков с фильмами. После снятия пломб ящики вскрываются и производится проверка упаковочной тары (ящиков и коробок), качества упаковки и соответствия груза сопроводительным документам.

Фильмокопии, поступающие от Главкинопроката по почте, железной дороге, воздушным, автомобильным, водным или другим видам транспорта,

а также отправляемые киноустановкой обратно, упаковываются следующим образом.

Каждая часть фильмокопии, поступившая от Главкинопроката, наматывается отдельно, эмульсией наружу. Рулоны наматываются началом внутрь, а концами наружу. Это делается для того, чтобы механик был вынужден обязательно перемотать фильм, прежде чем демонстрировать его. В процессе перемотки механик одновременно проверяет техническое состояние фильма и его соответствие записям в паспорте. Если до демонстрирования никаких дефектов в фильме не обнаружено и киномеханик не сделал заявлений о каких-либо недочетах или несоответствиях, он в дальнейшем несет полную ответственность за техническое состояние фильмокопии. Все последующие заявления киномеханика о дефектах, обнаруженных им в фильмокопии после демонстрирования, во внимание не принимаются.

Фильмы, отправляемые обратно с киноустановки Главкинопрокату, также наматываются эмульсией наружу, но на этот раз началом

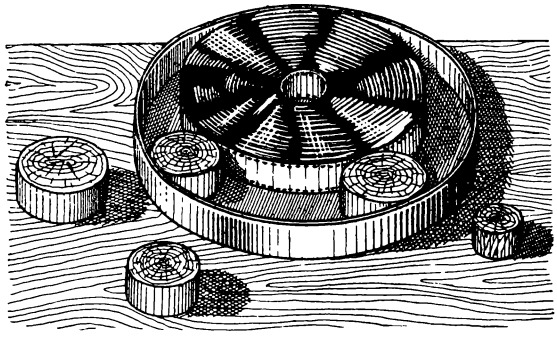


Рис. 302. Деревянные цилиндрические вкладыши в фильмовые коробки для предупреждения перемещения рулона внутри коробки при транспортировке

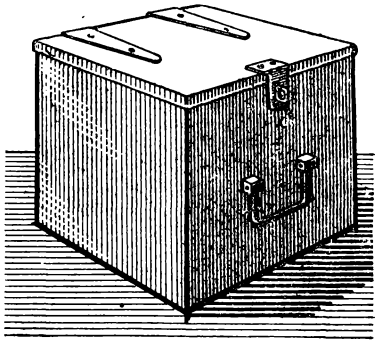


Рис. 303. Ящик ЯУФ для упаковки фильмов

наружу, концом внутрь. Каждый рулон укладывается в исправную стандартную фильмовую коробку, без пробоин, вмятин или других каких-либо дефектов, плотно закрывающуюся и открывающуюся без применения каких-либо инструментов, чистую, без ржавчины. На крышке каждой коробки должна быть этикетка с разборчивым обозначением названия фильма и номера части.

Если рулон значительно меньше коробки, то, чтобы он не перемещался внутри коробки, между стенками и рулоном лучше всего вкладывать не жгуты бумаги, а точеные гладкие деревянные цилиндры различного диаметра, высотой соответственно ширине фильма — 35 *мм* (рис. 302).

В коробку первой части фильмокопии вкладывается технический паспорт (форма № 20) с записями, характеризующими техническое состояние каждой части.

Коробки с фильмами плотно укладываются в ящики для упаковки фильмов — ЯУФ-8 (рис. 303), вмещающие 8 коробок, ЯУФ-6 — для 6 коробок или ЯУФ-4, вмещающие 4 коробки. Чтобы избежать трения во время дорожной тряски, между коробками прокладывается плотная бумага или ткань. Если ящики не заполняются коробками и остается свободное пространство,

то во избежание перемещения коробок в пути в ящики кладется чистая бумажная макулатура, но лучше свободное пространство заполнить крестовинами из деревянных брусков (рис. 304), так как они прочно фиксируют положение коробок в ящике.

Фильмокопии, прибывшие в зимнее время, сразу вскрывать в теплом помещении нельзя, так как это вызовет осаждение на фильме конденсационной влаги, фильм может отсыреть, эмульсия слипнуться. Нужно выждать, пока температура фильма и помещения уравновесятся (примерно спустя 20—30 минут), после чего открыть коробки и приступить к перемотке фильма на начало, проверке технического состояния и сопоставлению фактического состояния фильмокопии с записями в техническом паспорте.

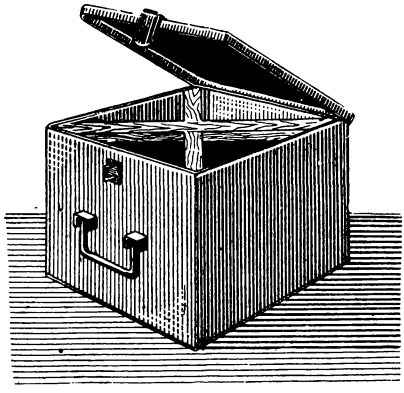


Рис. 304. Заполнение в ЯУФ свободного пространства деревянными крестовинами для предупреждения перемещения коробок внутри ящика при транспортировке

Приемку и проверку прибывшей фильмокопии должен обязательно производить киномеханик, ответственный за киноустановку и сохранность фильма.

Перемотанная на начало, тщательно проверенная и вполне исправная фильмокопия перекладывается в коробки, приспособленные для увлажнения фильмов (см. главу 31). Интенсивность высыхания увлажняющей жидкости зависит от климатических особенностей данной местности и от времени года. В соответствии с этим устанавливается периодичность пополнения увлажняющей смеси; прокладка под перфорационным дном всегда должна быть достаточно влажной, но не обильно мокрой, так как попадание жидкости на фильм приведет к его порче. Время от времени коробки с двойным дном нужно разбирать, тщательно очищать от ржавчины и загрязнения, промывать прокладки и вновь перезаряжать.

Фильмокопия в коробках хранится и транспортируется вместе с кинопередвижкой в ящиках — ЯУФ.

Противонагарная защита

Если фильмокопия новая, с хорошо сохранившимися перфорационными дорожками и еще не стертым эмульсионным слоем на перфорационных дорожках, нужно обязательно применять противонагарную кадровую рамку, т. е. на направляющие полозки кадровой рамки наклеивать узкие полоски замши, соответственно ширине полозков (рис. 305).

Замша наклеивается клеем, состоящим из канифоли (50 *г*), шеллака (20 *г*) и спирта денатурированного (80 *г*), размешиваемым при подогревании. По достижении однородности и густоты клей наносится на направляющие кадровой рамки и выдерживается несколько секунд; после этого натягиваются полоски замши. Замша, подлежащая наклейке, предварительно несколько раз промывается и растягивается; этим предотвращается вытягивание и сползание замши во время работы. Для того чтобы фильм лучше скользил, целесообразно слегка протереть замшевые полоски смесью графита со стеарином или парафином.

При отсутствии противонагарной защиты в фильмовом канале на направляющих полозках кадровой рамки будет откладываться эмульсия, стертая с перфорационных дорожек, которая, смешиваясь с пылью и грязью, превратится в плотную массу — нагар. Нагар создает большое тормозящее усилие вытягиванию фильма из фильмового канала, вследствие чего барабан наносит на перфорацию разрывы.

Кроме того, нагар часто наносит потертости и надрезающие полосы, приводящие к ослаблению или отваливанию перфорационных дорожек.

Применение кадровой рамки с замшей при демонстрировании фильмов с изношенными перфорационными дорожками, стрижками, надсечками, со стертым эмульсионным слоем на перфорационных дорожках приведет к систематическим обрывам и порче фильма. Если демонстрируются старые фильмы, применяется рамка без замши.

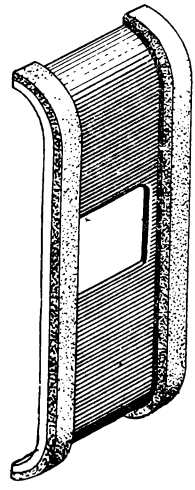


Рис. 305. Кадровая рамка с противонагарной защитой из наклеенных замшевых полосок

При демонстрировании двухцветных фильмокопий, имеющих эмульсионные слои с обеих сторон основы, нагар может откладываться и с противоположной стороны кадровой рамки; поэтому целесообразно стальные полозки заменять деревянными из твердых пород дерева, с тщательно обработанными рабочими поверхностями, проваренными в масле. По окончании сеанса деревянные полозки промываются и опускаются в масло до следующего сеанса.

В случае смены в фильмовом канале кадровой рамки и полозков необходимо отрегулировать прижим фильма в фильмовом канале, так как применение замшевых полосок и деревянных полозков увеличивает тормозящее усилие фильма.

Прижим фильма в фильмовом канале должен быть минимальным и достаточным для устойчивости кадра. Во всяком случае тормозящее усилие фильма в фильмовом канале не должно превышать 300 граммов. Увеличение прижима вызывает повышенный износ фильмокопии.

Проверку величин тормозящего усилия в фильмовом канале можно производить при помощи ручных весов — безмена — путем вытягивания куска пленки, прикрепленного к весам, и наблюдением за величиной усилия на шкале.

Зарядка фильма в проектор

Зарядка фильма в проектор допускается лишь после тщательной проверки регулировки и юстировки светооптической и звуковоспроизводящей частей киноаппаратуры, после тщательной чистки деталей фильмопротяжного тракта и проверки кольцом с вклеенным отрезком 100%-ной пленки (рис. 306).

Если после 100 оборотов кольца на нем не будут обнаружены следы износа по перфорационным дорожкам — на поверхностях не окажутся потертости, царапины, замасливание и т. п., к проведению сеанса можно приступить.

Перед зарядкой каждой последующей части фильмопротяжный тракт необходимо протереть и внимательно просмотреть.

Перемотка, проверка и ремонт

Фильм перематывается на начало после демонстрирования всегда эмульсией наружу. Перемотку нужно производить медленно, без рывков и резких торможений, придерживая торцы фильма пальцами. Прикасаться пальцами к поверхностям фильма нельзя, так как следы пальцев, оставшиеся на фильме, будут заметны на экране. В местах склеек и стрижек тщательно проверять

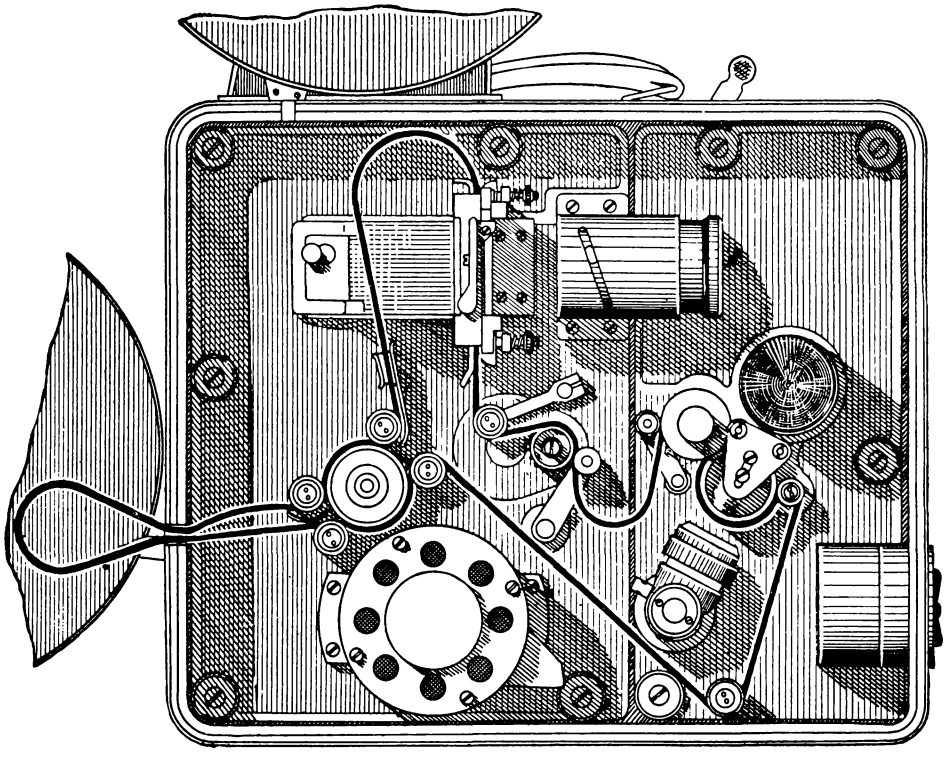


Рис. 306. Зарядка кольца 100%-ной пленки для проверки деталей лентопротяжного тракта на износ пленки

фильм и делать необходимые исправления, обеспечивающие его бесперебойное прохождение в проекторе.

В процессе перемотки фильма необходимо останавливаться на протяжении части в нескольких местах и на контрольных участках, посредством лупы проверяя техническое состояние перфорационных дорожек и поверхностей фильма.

Во время перемотки не следует допускать резкого увеличения скорости или внезапных торможений, приводящих к резким натяжениям фильма и выбрасыванию свободных петель на пол, что одинаково вредно отражается на сохранности фильма.

Чтобы намотка фильма не была тугой, сматываемый рулон должен свободно вращаться на оси без затормаживаний. Поправлять смотанный рулон надо в коробке или на чистом столе, лучше — на стекле. Крайне пагубно отражаются на сохранности поверхностей фильма и ни в коем случае не должны применяться такие операции, как: выравнивание рулона

ударами по его торцевой части; уплотнение намотки вытягиванием фильма за конец, придерживая середину; увеличение или уменьшение внутреннего отверстия рулона на столе придерживанием центральных звеньев и вращением остальной части рулона; разматывание рулона на руках; извлечение середины и т. п.

Перемотку можно производить только на исправной, хорошо смазанной моталке, вращающейся свободно, без заеданий и приложения значительных усилий. Моталка устойчиво укрепляется на столе без перекоса подающего кронштейна относительно приемного так, чтобы фильм перематывался, не задевая краями диски (рис. 307).

Одновременно с перемоткой и проверкой фильма исправляются непрочные или дефектные склейки и подклейки перфорационных дорожек. Склейки

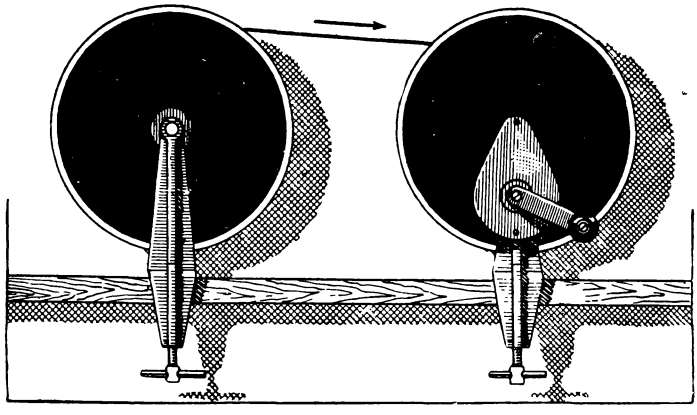


Рис. 307. Установка моталки для перемотки фильмов
Слева — подающий кронштейн; справа — приемный кронштейн перематывателя

и подклейки свободно пройдут в проекторе лишь в том случае, если края плотно прилегают друг к другу, нет коробления и пузырей. Для лучшей проходимости в аппарате при склейках и подклейках острые углы концов фильма слегка закругляются.

В местах разрывов перфорационных отверстий делаются стрижки (рис. 308), все острые углы закругляются. Если по краям фильма образованы параллельные двухсторонние стрижки на протяжении трех отверстий и более, в этих местах обязательно подклеиваются отрезки новой перфорационной дорожки. Точно так же нужно подклеивать новую перфорационную дорожку, если образовалась односторонняя стрижка на протяжении 12 перфораций и больше.

Наклейка перфорационной дорожки не должна захватывать фонограмму и изображение; в процессе наклейки остерегаться загрязнения их клеем.

Наклейка делается следующим образом. Отрезок новой перфорационной дорожки срезается с кинопленки со смытой эмульсией, отступив на 2 *мм* от края перфорационных отверстий с припуском с каждой стороны на величину одного перфорационного отверстия (рис. 309). Наклейка делается с глянцевой (целлулоидной) стороны фильма одним легким мазком.

Наклейка перфорационной дорожки требует доброкачественного киноклея, особой тщательности выполнения, точности совпадения наклейки

с перфорационной дорожкой фильма, аккуратности, чистоты и прочности склейки.

Несоблюдение этих условий приведет к отрицательным результатам: разрыву фильма в месте наклейки или застреванию части наклейки в фильмовом канале, что может вызвать возгорание фильма в кадровом окне.

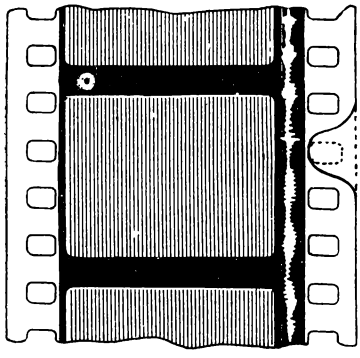


Рис. 308. Исправление перфорационной дорожки в местах разрывов перфорации

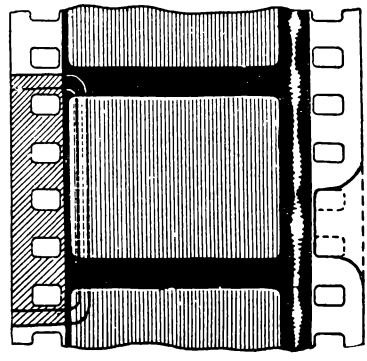


Рис. 309. Наклейка перфорационной дорожки в месте стрижки

Все работы по перемотке, проверке и ремонту фильма должны производиться в условиях абсолютной чистоты и пожарной безопасности, исключающих возможность загрязнения и возгорания.

В случае необходимости фильм очищается от масла и загрязнений способом, описанным ниже.

Изъятие фильмокопий

Фильмокопии с большой недостачей метража, вследствие чего содержание фильма становится непонятным или вносятся искажения, не должны демонстрироваться на экране.

Следует воздержаться от демонстрирования фильмокопий с большим количеством потертостей, полос, царапин, «дождя», следов зубьев барабана и других механических повреждений, вносящих во время демонстрирования изображения на экране значительные помехи и искажения, а при звуковоспроизведении — повышенный шум, щелчки, трески и т. п.

Если техническое состояние фильмокопии исключает возможность бесперебойного и качественного показа на экране (большое количество стрижек, захватывающих обе стороны фильма; разрывы перфорации, доходящие до изображения и фонограммы), фильмокопию демонстрировать на экране не следует. Попытка пропустить такой фильм вызовет раздражение зрителей и нервозность в работе киномеханика из-за бесконечных обрывов и тряски изображения на экране; в некоторых случаях она может вызвать возгорание фильма в кадровом окне.

Возможность демонстрировать фильмокопии по техническому их состоянию решается во время приемки фильма, поступившего от Главкинопроката, или при очередной перемотке.

Цельность сюжета фильма проверяется на экране по монтажному листу. Фильмокопия может демонстрироваться на экране, если к ней приложены разрешительное удостоверение Управления по контролю за кинорепертуа-

ром и монтажный лист. В монтажном листе по каждой части в отдельности дается порядковая нумерация планов: надписи (Ндп), панорамы (Пнр), общий, средний, крупный и т. д. планы; метраж каждого плана; содержание кадра, т. е. подробное описание всего, происходящего на экране; текст песен; разговор или дикторская речь и описание шумового и музыкального сопровождения.

Термин к а д р в данном случае следует понимать как часть фильма, снятую с одной неподвижной или непрерывно меняющейся точки, в отличие от кадра стандартного размера — отдельного изображения одной фазы движения в фильме.

Приводим выдержку из монтажного листа кинофильма «По щучьему велению» (ролик 7-й):

№№ п/п	План	Метраж	Содержание кадра
517	Ндп.	4,41	(Из затемнения). Снарядил царь Горох за Емелей погоню, повелел привести Емелю во дворец живого или мертвого. (В затемнение.) (Музыка — погоня по кадр № 520.)
518	Ср.	1,13	(Из затемнения.) Бегущая дорога.
519	Ср.	3,09	Ноги бегущих лошадей.
520	Ср.	2,27	Мчащаяся тройка.
521	Ср.	2,08	В повозке едет генерал. **Генерал**: Да-ва-й, давай!
522	Кр.	0,22	Из трубы мчащейся печки идет густой дым. **Емеля** (поет): Ты... (В музыку вливается мелодия песни.)
523	Ср.	6,38	На фоне проносящегося пейзажа — Емеля и Несмеяна сидят на печке, поют. **Емеля**: ... царевна Несмеяна, и пригожа и румяна! Весело с тобой вдвоем...
524	Общ.	1,08	За поворотом скрывается печка. **Емеля**: ... Мы, царевна, заживем!
525	Кр.	0,50	Из трубы валит дым. **Царевна**: Я не буду больше плакать, разводить в хоромах слякоть!
526	Ср.	1,05	Едущий в повозке генерал мечется.
527	Общ.	2,27	Из-за поворота появляется тройка и скрывается. **Емеля и царевна** (вместе): ... с тобой вдвоем мы, царевна...; (мы, Емеля...) заживем!
528	Общ.	3,16	По бугру проносится печка. За ней—тройка.

Монтажный лист утверждается Главреперткомом и служит официальным документом, по которому проверяется сюжет фильма. Метраж каждой части фильмокопии должен соответствовать количеству метров, показанному в монтажном листе. Отклонение в метраже на одну часть допускается не более 0,65 *м* в сторону уменьшения при обязательном условии, что все кадры, перечисленные в монтажном листе, сохранены и метраж каждого кадра сокращен не больше, чем на 8 *см* (4 кадра). Смысловое и художественное содержание части от такого сокращения не должно быть нарушено.

Глава 31

ЧИСТКА И УВЛАЖНЕНИЕ ФИЛЬМОКОПИЙ

В процессе демонстрирования и перемотки на фильм оседают пыль и грязь.

Загрязнение фильма вызывается также неудовлетворительным качеством упаковки. Волокна бумаги, в которую завертываются фильмы, и загрязнения от материалов, которыми обычно заполняют ящики, чтобы фильмы не перемещались внутри, оседают на поверхности, увеличивая загрязнение фильма. Механические повреждения поверхностей способствуют закреплению загрязнений на фильмокопии. Малозаметные вначале потертости и царапины забиваются постепенно грязью и вызывают на экране «дождь».

Загрязненная фильмокопия дает на экране изображение не только неясное, тусклое и с мелькающими пятнами, но и вызывает искаженное звуковоспроизведение с фоном и паразитными шумами. Поэтому, если одна и та же фильмокопия длительно эксплоатируется на кинопередвижке, фильм необходимо периодически очищать от масла и грязи примерно через каждые 50 сеансов.

Своевременная и доброкачественная очистка фильма дает возможность не только обеспечить более высокое качество кинопоказа, но и добиться значительного снижения износа фильма, вследствие чего срок его службы повышается. Одновременно с чисткой фильмов жидкими составами происходит также их увлажнение, что также благоприятно сказывается на сроке службы фильма. Чистить фильмокопии следует на

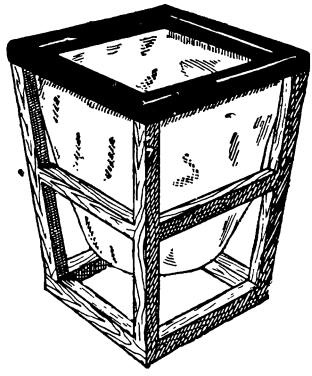


Рис. 310. Корзина для спускания промытого фильма

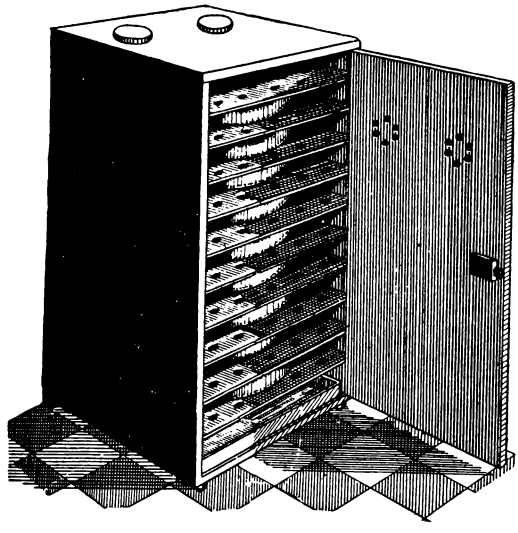


Рис. 311. Фильмостат — шкаф для хранения фильмов в увлажняющей воздушной среде

бархатной, замшевой или фланелевой подушке тампоном, смоченным в специальной смеси. Тампоном смывают с поверхностей фильма растворенные в смеси масло и грязь. Из рулона, установленного на моталке, фильм постепенно сматывается, отдельными участками кладется на подушку для промывки тампоном, не оставляющим волокон на поверхности

фильма (вата не пригодна). Для последующей досушки фильм спускается в корзину — деревянную клетку, внутри которой подвешен мешок из чистой материи (рис. 310). Верхние планки клетки следует покрыть бархатом или другой мягкой тканью.

Наиболее дешевой и недефицитной смесью для чистки фильмов является чистый бензин (20—25%) с толуолом (75—80%). Состав этот хорошо

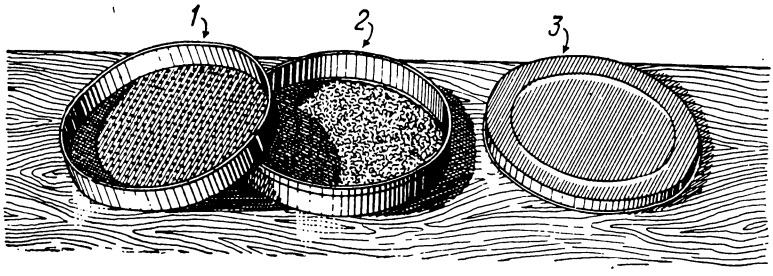


Рис. 312. Коробка с двойным дном для увлажнения фильма
1 — коробка с перфорированным дном; *2* — основание коробки с гигроскопической прокладкой, пропитанной увлажняющим составом; *3* — крышка

растворяет жиры и масло, но огнеопасен. Менее огнеопасен следующий состав: четыреххлористый углерод (15—25%), толуол (75—85%).

Во время чистки фильмов необходимо обеспечить вентиляцию помещения, так как пары составов вредны для здоровья. Кроме того, необходима особая осторожность в противопожарном отношении, так как составы для чистки фильмов, в которые входит бензин, и находящийся в корзине в размотанном виде фильм представляют собой очень большую угрозу в пожарном отношении.

В эксплоатационных условиях фильм подвергается усадке (изменению размеров) и усушке, т. е. потере пластических свойств из-за улетучивания пластификаторов из основы фильма и влаги из эмульсионного слоя.

Фильмы, помещенные во влажную атмосферу или в пары специального увлажняющего состава, могут частично восстановить свои потерянные пластические свойства и снизить величину усадки. Поэтому фильмокопии нужно систематически увлажнять, благодаря чему продлевается жизнь фильмокопий.

Фильмы должны увлажняться в рулонах во время хранения и перевозки.

Для стационарного хранения применяется фильмостат (рис. 311) — шкаф с полками из перфорированного листового железа. По всей высоте шкафа в углах, прилегающих к задней стенке, проходят две перфорированные жестяные трубки (гильзы), в которые помещается гигроскопический материал (вата, войлок, ткань и т. п.), пропитанный увлажняющим раствором и поддерживающий в фильмостате определенную влажность. В фильмостате во избежание образования сырости предусмотрены специальные вентиляционные отверстия с заслонками, открываемые периодически для обмена воздуха.

Фильм, используемый в условиях кинопередвижки, должен храниться в приспособленных для увлажнения коробках с двойным дном (рис. 312). На дно стандартной фильмовой коробки помещается гигроскопическая прокладка, смоченная увлажняющим составом. Поверх прокладки помещается перфорированный круг по размеру коробки, в которую кладется совершенно свободно смотанный рулон фильма и плотно закрывается крышкой.

Фильм, смотанный туго, увлажняется плохо, так как влага с трудом проникает внутрь рулона. Рулон, смотанный рыхло, через 12 часов прибавляет влаги (по весу) 20 *г*, а смотанный туго за 24 часа увеличивает вес за счет прибавления влаги только на 3 *г*.

Для увлажнения фильмов во время хранения наиболее целесообразны следующие составы увлажняющей смеси:

Состав № 1		**Состав № 2**	
Изопропилового спирта	13 *г*	Ацетона . . .	15 *г*
Глицерина	40 *г*	Глицерина	25 *г*
Воды дистиллированной	47 *г*	Воды дистиллированной . . .	60 *г*

Хорошие результаты дает также увлажнитель, состоящий из водного насыщенного раствора обыкновенной поваренной (столовой) соли.

С течением времени увлажнитель высыхает; поэтому необходимо своевременно перезаряжать коробки увлажняющей смесью.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроена кинопленка?
2. Какие виды кинопленок применяются для фильмокопий и чем они отличаются?
3. Назовите основные стандартные размеры 35-*мм* фильма.
4. Как влияют на эксплоатацию фильма его усушка и усадка?
5. Как проверяются геометрические размеры фильма?
6. Каково назначение ракордов и из каких частей они состоят?
7. Какие виды склеек предусмотрены нормами, чем они отличаются друг от друга и как производится склейка?
8. Какие причины вызывают износ поверхностей фильмокопий и как их устранить?
9. В чем сущность определения технического состояния фильмокопий?
10. Как должны упаковываться фильмокопии, отправляемые на киноустановку и с киноустановки?
11. Что такое противонагарная защита и в каких случаях обязательно ее применение?
12. При каком техническом состоянии фильмокопии не должны демонстрироваться?
13. Что такое монтажный лист и каково его назначение?
14. Как и чем производится чистка и увлажнение фильмокопии?

ЧАСТЬ V

ШИРОКОПЛЕНОЧНЫЙ КИНОПРОЕКТОР К-25

Глава 32

КОНСТРУКЦИЯ КИНОПРОЕКТОРА

Звуковая широкопленочная кинопередвижка предназначена для демонстрирования 35-*мм* кинофильмов в помещениях, не приспособленных для стационарного кино.

Конструкция киноустановки рассчитана: на перевозку с места на место; быстрое развертывание аппаратуры для проведения сеанса в закрытом помещении или под открытым небом (в вечернее время); быстрое свертывание киноустановки по окончании работы и переброску на новое место.

В комплект звуковой широкопленочной передвижки входят:

а) кинопроектор;

б) усилитель;

в) громкоговоритель;

г) кассетница-чемодан для перевозки деталей проектора, инструментов, запасных частей и принадлежностей;

д) штатив-тренога;

е) экран;

ж) передвижная электростанция.

Звуковой кинопроектор, предназначенный для проекции кадров фильма на экран и воспроизведения звука с фонограммы, содержит следующие основные механизмы и узлы:

а) фильмопротяжный тракт — детали, непосредственно соприкасающиеся с фильмом во время его движения в аппарате;

б) механизм передач — детали, сообщающие движение фильму и приводящие в действие устройство кинопроектора;

в) светооптическая система — источник света, конденсорные линзы, зеркальный отражатель, объектив;

г) звуковой блок с микрооптикой — детали и узлы, предназначенные для воспроизведения звука с фонограммы фильма;

д) электрооборудование — токоприемники проектора, система распределения и коммутации тока.

Основным, наиболее распространенным передвижным звуковым кинопроектором отечественного производства является аппарат типа «Гекорд» К-25. Конструкция этого аппарата в основном сохранена во всех последующих моделях.

Проекторы К-27, К-28, К-29, К-31 и К-35 модели, выпущенные в период и по окончании Великой Отечественной войны, содержат малосущественные изменения в отдельных деталях и узлах.

В новых моделях звукового передвижного кинопроектора К-101 1946 г. и К-102 1948 г. существенно изменены светооптическая система и источник света; в связи с этим резко возрос световой поток проектора, главным образом за счет применения нового образца низковольтной лампы особой конструкции, разработанной инженерами В. В. Петровым и В. Ф. Соустиным. Эта лампа потребляет 400 ватт электрической мощности — всего на 100 ватт больше проекционной лампы К-25 («Биплан» — 300 ватт). Однако светоотдача проектора К-101 в 4 раза больше, чем у проектора К-25 благодаря применению в лампе Петрова-Соустина тела накала в виде плоской спирали; тело накала геометрически подобно форме кадра. Вследствие этого коэфициент использования светового потока лампы достаточно высок.

Новая модель кинопроектора К-102 отличается от кинопроектора К-101 более усовершенствованным фильмопротяжным трактом, вследствие чего в проекторе К-102 резко повышена устойчивость кадра в кадровом окне. Кроме того значительно повышены показатели сохранности фильма. В сочетании со светооптической системой, применяемой в проекторе К-101, аппарат К-102 по качественным показателям и простоте устройства может считаться наилучшим из всех известных в мировой технике аппаратов этого типа.

Некоторые усовершенствования внесены в проектор К-35, главным образом в части звукового блока и противопожарных устройств, существенно не изменяющие технические данные проектора. Справа, если смотреть на кинопроектор К-25 со стороны выхода света на экран (рис. 313), расположен отсек механизма передач; с левой — отсек лентопротяжного тракта (рис. 314), а сзади — панель со штепсельными гнездами и принимающая кассета (рис. 315).

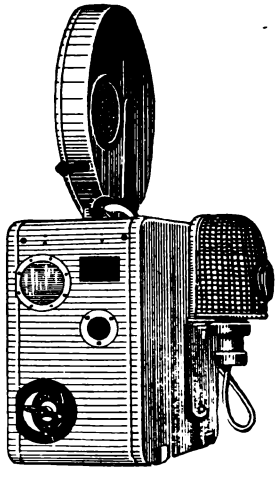


Рис. 313. Кинопроектор К-25
Вид спереди

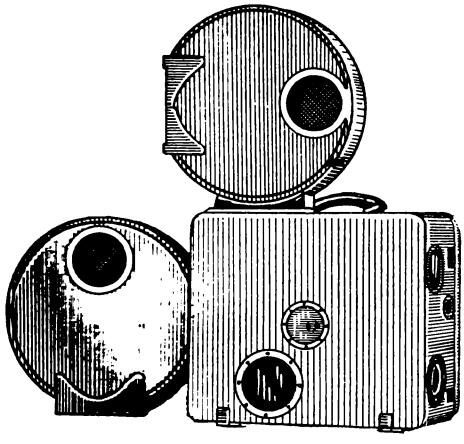


Рис. 314. Кинопроектор К-25
Вид слева

Такое определение сторон проектора принято везде в тексте книги.

Корпус кинопроектора — металлический чемодан, отлитый из алюминиевого сплава. Размеры 420×350×200 *мм*. Вес — 26 *кг*. Правая и левая крышки крепятся на разъемных петлях, открываются вниз и легко снимаются, будучи смещены влево. В верхних углах крышек имеются потаи, внутри которых сделаны прорези, куда входят концы плоских пружин. Противоположными своими концами пружины укреплены внутри корпуса чемодана винтами; наличие в пружинах удлиненных отверстий позволяет регулировать их положение относительно крышек. Пружины фиксируют крышки в закрытом положении: если нажать на их концы, пружины выходят из прорезей, и крышки могут открываться.

В левой крышке (см. рис. 314) имеется два круглых отверстия, из которых верхнее, застекленное, служит для наблюдения за движением фильма во время проекции, а нижнее, защищенное металлической сеткой и расположенное против электромотора, отводит теплый воздух из проектора. С внутренней стороны крышки оклеены плюшем или другой звукопоглощающей тканью, заглушающей шум работающего проектора.

В правой крышке проектора (см. рис. 315) имеется откидывающаяся книзу дверца с запором, закрывающая три отверстия для крепления проекционного фонаря и одно большое отверстие, пропускающее свет от фонаря в светооптическую систему; дверца закрывает отверстия в крышке проектора при нерабочем состоянии, ограждая механизм передач от загрязнения.

В дне чемодана укреплена с одной стороны неподвижная, покрытая резиной планка, а с другой — вывертывающаяся ножка с резиновым наконечником для изменения угла наклона и установки проектора по экрану. В опорных деталях резина смягчает вибрацию во время работы кинопроектора. В дне чемодана имеется отверстие с нарезкой для крепления проектора к штативу посредством винта — барашка.

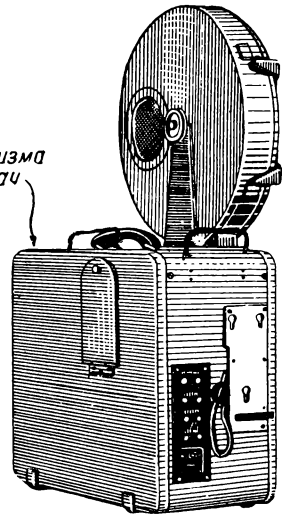


Рис. 315. Кинопроектор К-25
Вид сзади

Сверху чемодана имеется ручка для переноски кинопроектора, прорезь, в которую выходит конец рычага для установки кадра в рамку (совмещения кадра), и укреплена металлическая планка с тремя фасонными отверстиями для установки верхней подающей кассеты.

На задней стенке проектора (см. рис. 315) расположена панель с четырьмя парами штепсельных гнезд, имеющих соответствующие надписи; через гнезда ток подается на проекционную лампу, лампу освещения зрительного зала, усилитель и лампу рабочего освещения. Внизу панели имеется пара утопленных штырьков, на которых через штепсельную колодку подается переменный ток 110 вольт. На задней же стенке помещается металлическая планка с тремя фасонными отверстиями для крепления нижней кассеты, принимающей фильм. В планке прорезана узкая горизонтальная щель, через которую проходит фильм из проектора в кассету, а слева — вертикальная щель, через которую проходит ремень, приводящий в движение диск наматывателя.

На передней стенке проектора (см. рис. 313) имеется застекленное круглое отверстие для прохождения световых лучей от источника света через объектив проектора на экран; круглая панель с тремя гнездами, через которую соединяется фотоэлемент проектора с усилительным устройством. Внизу установлен переключатель — коммутационное устройство, посредством которого включаются и выключаются: электродвигатель кинопроектора, проекционная лампа и освещение зрительного зала. На передней стенке укрепляется табличка с обозначением завода-изготовителя, типа аппарата, номера и года выпуска.

Фильмопротяжный тракт

Корпус кинопроектора разделен внутри стенкой (плато) на два отсека. В правом отсеке помещается механизм передач, т. е. детали, приводящие кинопроектор в действие, а в левом — фильмопротяжный тракт, т. е. детали, непосредственно соприкасающиеся с фильмом, заставляющие его перемещаться в определенном направлении.

На плато (литой стенке из алюминиевого сплава с ребрами жесткости со стороны механизма передач) крепятся все детали механизма передач и фильмопротяжного тракта.

Плато прикрепляется винтами к приливам в корпусе проектора (рис. 316); под головки винтов подкладываются металлические и резиновые шайбы, что способствует снижению вибрации и шума во время работы проектора. Плато разрезано на две части; ближе к передней стенке на отдельной части плато укреплены детали звукового блока проектора; изолированное расположение звукового блока дает возможность избежать влияния вибрации мотора на фотоэлемент, что снижает помехи при звуковоспроизведении.

В состав фильмопротяжного тракта, кроме деталей и узлов, находящихся внутри корпуса проектора, входят также подающая и принимающая кассеты, укрепленные снаружи.

Движение фильма начинается от рулона, установленного в верхней подающей кассете.

Подающая кассета. Подающая кассета (см. рис. 316) — круглая сварная штампованная коробка из листовой стали, у основания которой приварена планка с выступающими тремя головками заклепок, посредством которых кассета крепится к проектору. Головки заклепок опускаются в круглые (со шлицами) отверстия планки проектора до соприкосновения планок; движением кассеты назад (до упора) головки входят в шлицы и устойчиво закрепляются на аппарате.

В стенке кассеты и планки имеются прорези, совпадающие с прорезью в верхней части корпуса проектора, если кассета установлена на своем месте. По краям прорези кассеты помещаются ролики, по которым катится фильм, проходящий внутрь отсека лентопротяжного тракта проектора. В центре верхней кассеты закреплена ось с насаженной на нее свободно вращающейся втулкой из пластмассы, на которую надевается демонстрируемый кинофильм.

Кассета закрывается штампованной железной крышкой, укрепленной на петлях и запирающейся защелкой—плоской пружиной, укрепленной на корпусе кассеты и входящей в прорезь лапки на крышке. В кассете и крышке вырезаны круглые отверстия, защищенные металлическими сетками, предназначенными для наблюдения за окончанием части фильма и предохранения

кассеты от взрыва в случае загорания рулона пленки. В центре крышки в проекторах старых выпусков приварена плоская пружина, препятствующая рулону фильма сползать с втулки во время проекции. В аппаратах К-35 и К-101 эта пружина изъята.

Из верхней подающей кассеты фильм проходит через прорезь между роликами внутрь отсека фильмопротяжного тракта, огибает направляющий ролик, накладывается перфорационными отверстиями на зубцы 32-зубцового (восьмикадрового или комбинированного) барабана, после чего огибает направляющий ролик и, пройдя между стенками предохранительного щитка, образует петлю, после чего поступает в фильмовый канал.

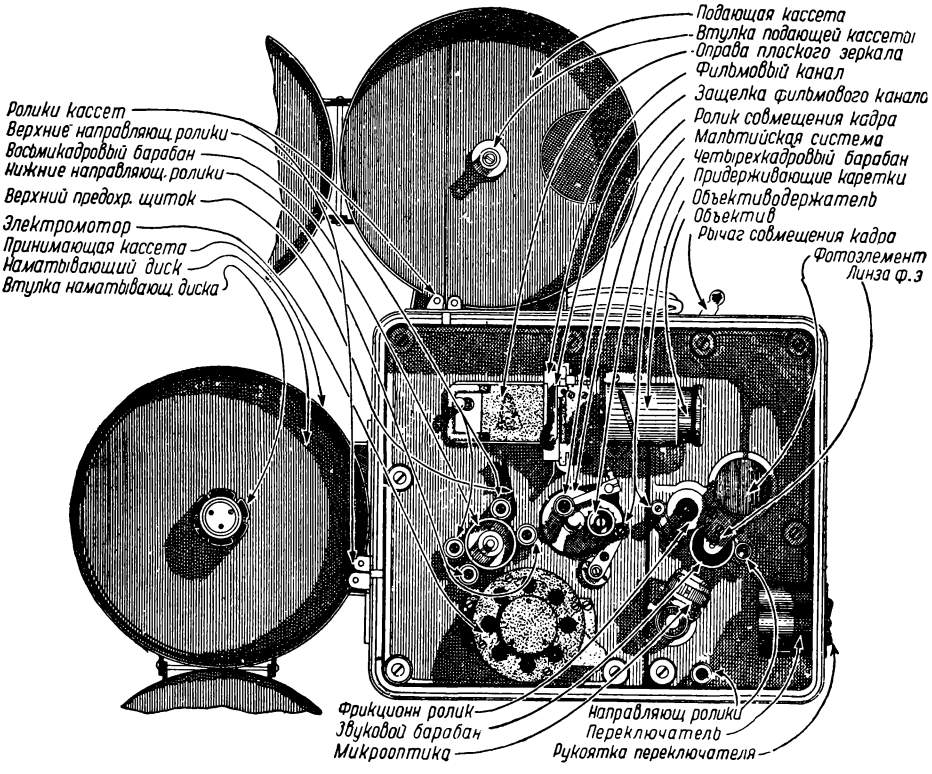


Рис. 316. Кинопроектор К-25
Левый отсек—фильмопротяжный тракт

Чтобы разобрать ролики кассет, нужно освободить стопорный винт на промежуточной втулке и вынуть оси и ролики.

Оси роликов кассет смазываются машинным маслом 1—2 каплями перед началом работы.

Ось подающей кассеты смазывается густой смазкой через 20 часов работы проектора.

Направляющий ролик. Направляющий ролик (рис. 317) свободно вращается на оси *2*, прикрепленной тремя винтами фланца *1* к плато проектора, и состоит из двух одинаковых металлических деталей *3—3*, между которыми находится промежуточная втулка *4*, в которую с боков входят выточки

роликов. Внутри промежуточной втулки находится войлочная прокладка *5*, пропитанная машинным маслом для смазки оси и обеспечения свободного вращения ролика. Детали ролика крепятся на оси торцевым винтом *6*.

Все направляющие ролики имеют одинаковое устройство и предназначаются для направления фильма по определенному пути, ограждая его от соприкосновения с деталями кинопроектора, не имеющими отношения к фильмопротяжному тракту.

Чтобы разобрать направляющий ролик, нужно отвернуть торцевой винт рожковой отверткой *7* и снять первый ролик, промежуточную втулку и второй ролик.

Фетровые прокладки направляющих роликов пропитываются машинным маслом до насыщения через 20 часов работы проектора.

Узел 32-зубцового барабана. 32-зубцовый барабан (рис. 318) крепится на храповой втулке двумя стопорными винтами. Храповая втулка насажена на вал. Вал вращается в двух бронзовых втулках, запрессованных

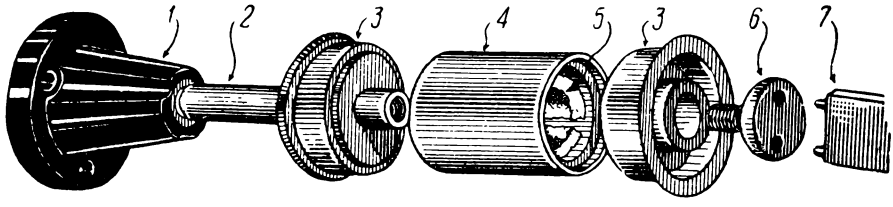


Рис. 317. Детали направляющего ролика К-25

1 — фланец; *2* — ось; *3*, *3* — направляющие ролики; *4* — промежуточная втулка; *5* — войлочная прокладка, пропитанная машинным маслом; *6* — торцовый винт; *7* — рожковая отвертка

в подшипник вала барабана. Фланец на храповой втулке скреплен тремя винтами со шкивом, передающим диску наматывателя вращение посредством ремня. На храповую втулку, насаженную на конец вала 32-зубцового барабана, надевается ручка, посредством которой кинопроектор приводится во вращение от руки. Узел 32-зубцового барабана крепится к плато винтами при помощи фланца подшипника вала барабана.

Назначение 32-зубцового барабана двоякое, почему он и называется к о м б и н и р о в а н н ы м: 1) в верхней части барабан отматывает фильм из подающей кассеты и поддерживает постоянную петлю между верхним направляющим роликом и фильмовым каналом, из которого фильм вытягивается скачковым 16-зубцовым барабаном (см. рис. 316); 2) при протягивании наматывателем фильма через детали звукоблока 32-зубцовый барабан задерживает фильм, тем самым сохраняя свободную петлю между скачковым и звуковым барабанами.

В процессе взаимодействия фильма с барабаном в верхней части усилия, прилагаемые зубьями барабана, и направление движения фильма противоположны; поэтому барабан выполняет функцию т я н у щ е г о, сматывая фильм с рулона и обеспечивая свободную петлю между барабаном и фильмовым каналом. В нижней части усилия, прилагаемые зубьями барабана, и направление движения фильма совпадают; поэтому функция барабана в нижней части — з а д е р ж и в а ю щ а я.

Чтобы разобрать узел 32-зубцового барабана, нужно снять ремень со шкива наматывателя, отвернуть торцевой винт на валу, снять шайбу и большую текстолитовую шестерню, вал вынуть по направлению барабана.

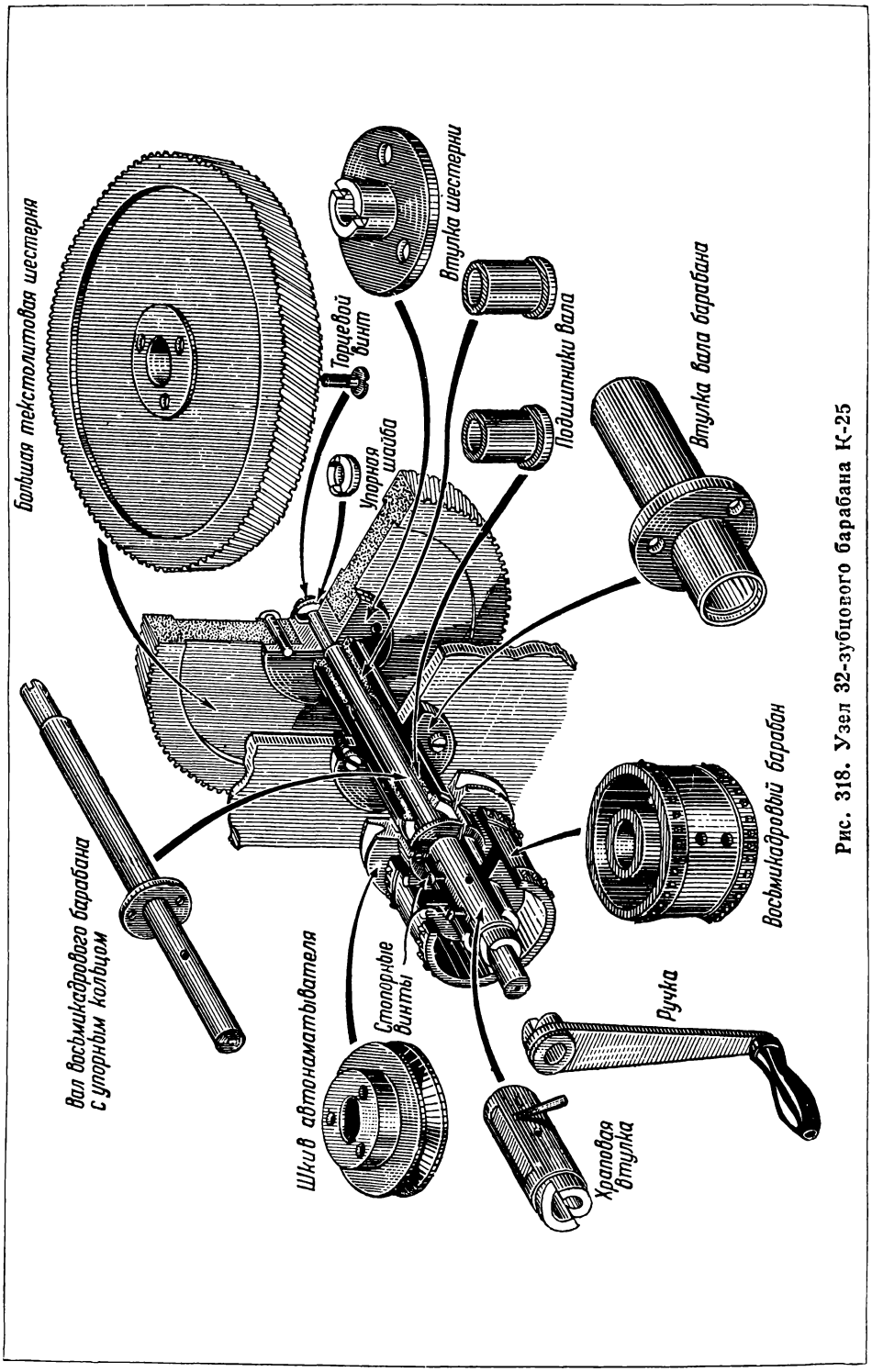


Рис. 318. Узел 32-зубцового барабана К-25

32-зубцовый барабан снимается после отвертывания (достаточно сделать два-три оборота) двух стопорных винтов.

Вал 32-зубцового барабана смазывается машинным маслом 3—4 каплями через отверстия в подшипнике перед каждым началом работы.

Верхний предохранительный щиток. Предохранительный верхний (направляющий) щиток (рис. 319) — штампованная деталь из листовой стали, приваренная к ножке, прикрепленной двумя винтами к плато выше верхнего направляющего ролика 32-зубцового барабана. Верхний предохранительный щиток уменьшает вибрацию пленочной петли между роликом и фильмовым каналом и препятствует захвату фильма барабаном.

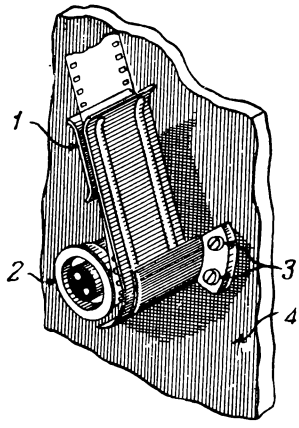


Рис. 319. Верхний предохранительный щиток
1 — щиток; *2* — направляющий ролик; *3* — винты крепления щитка к плато; *4* — плато

Фильмовый канал. Фильмовый канал — желобок, по ширине равный ширине фильма с небольшим плюсовым допуском (0,1 *мм*).

Фильмовый канал (рис. 320) состоит из литого алюминиевого основания *1*, жестко укрепленного четырьмя винтами на плато проектора, и дверцы *2*, шарнирно связанной с основанием и запирающейся защелкой *3*. Сквозь кадровые окна в основании и в дверце свет от источника проходит через фильм и поступает в объектив. В основании фильмового канала, выше и ниже кадрового окна, имеются круглые отверстия со шлицами, в которые вставляется стальная штампованная кадровая рамка *4* с полированными направляющими полозками, по которым фильм скользит эмульсионной стороной. На дверце фильмового канала в особые пазы вставлены пружинящие, правый и левый — стальные, полированные полозки *5*. Вверху и внизу посредине дверцы укреплены между пазами две шпильки, заканчивающиеся нарезкой, на которые навинчены гайки *7*. Сила трения между фильмом и полозками фильмового канала регулируется изменением давления прижимных полозков. Пружины *8* давят на планки *9*, которые в свою очередь нажимают на прижимные полозки посредством гайки *7*.

Выходя из фильмового канала, фильм огибает слева ролик совмещения кадра и накладывается на 16-зубцовый скачковый (четырехкадровый или средний) барабан, у которого фильм придерживается снизу кареткой с роликами, сидящей на оси рычага (см. рис. 324).

Ролик совмещения кадра. Ролик совмещения кадра помещается между нижним краем фильмового канала и скачковым барабаном. Свободно вращающиеся гладкие ролики насажены на ось кронштейна, связанного с рычагом (рис. 321), выведенным наружу корпуса проектора. При повороте рычага вправо или влево ролик займет новое положение, причем длина петли фильма между кадровым окном и барабаном изменится, вследствие чего он переместится внутри фильмового канала. Таким образом кадр фильма совмещается с кадровым окном.

В целях предупреждения ослабления системы и произвольного перемещения ролика совмещения кадра рычаг *1* фиксируется пружиной *2*, прижимающейся к дуге *3* (в отсеке механизма передач); усилие прижима регулируется винтом *4* (рис. 322).

Чтобы разобрать ролик совмещения кадра, необходимо снять держатель

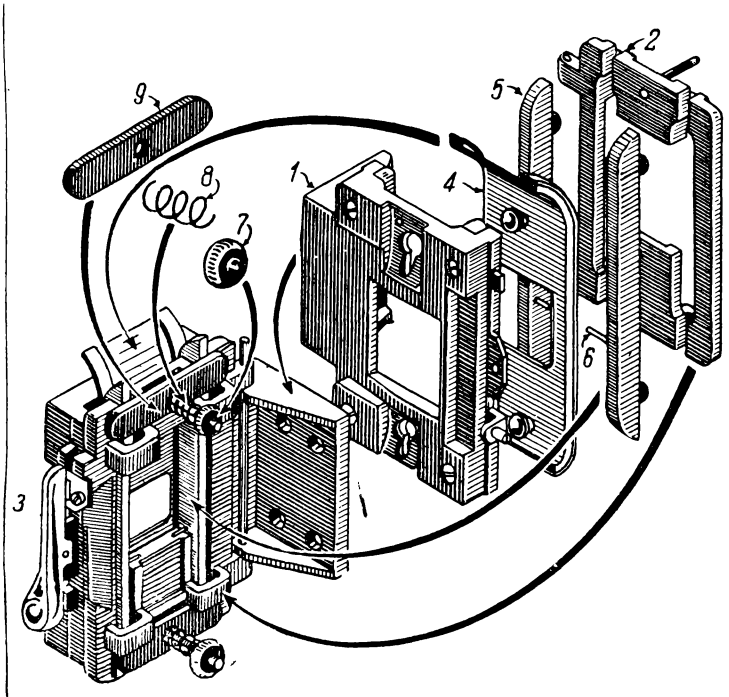


Рис. 320. Фильмовый канал
1—основание фильмового канала с кадровым окном; *2* — дверца; *3* — защелка дверцы; *4*— кадровая рамка; *5* — полозки; *6* — шпильки; *7* — гайки; *8*— пружинки; *9* — планки

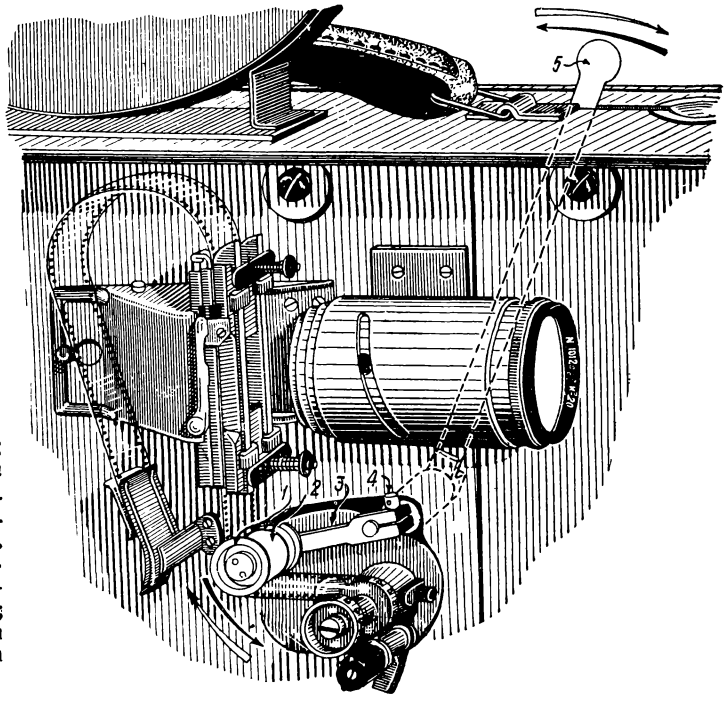


Рис. 321. Ролик совмещения кадра
1—ролик; *2*—промежуточная втулка; *3*—держатель оси ролика совмещения кадра; *4*—винт держателя; *5*—рычаг ролика совмещения кадра

оси ролика *3* (рис. 321), освободив винт держателя *4*, опереть шайбу на подкладку и, выбив бородком штифт, снять шайбу, ролики и промежуточную втулку.

Скачковый 16-зубцовый барабан (рис. 323). Скачковый 16-зубцовый барабан насажен на вал мальтийского креста и вращается скачкообразно, сообщая фильму прерывистое движение.

Скачковый барабан снимается для замены отвертыванием стопорного винта *2* отверткой и снятием упорной шайбы *3*. Держа рукой за зубчатый

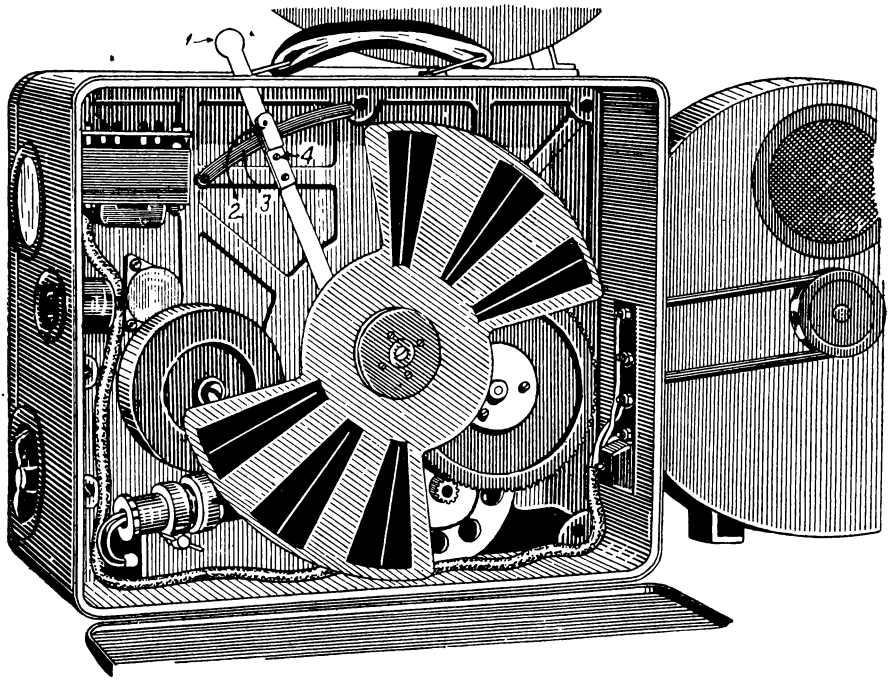


Рис. 322. Кинопроектор К-25

Вид со стороны отсека механизма передач
1 — рычаг ролика совмещения кадра; *2* — фиксирующая пружина; *3* — дуга; *4* — регулировочный винт

венец барабана, осторожным потягиванием барабана на себя слегка поворачивают его на валу в разные стороны, пока барабан не снимется.

Придерживающая каретка. Придерживающая каретка придерживает фильм на зубцах скачкового барабана и сохраняет петлю между барабаном и фрикционным роликом. Конструкция каретки показана на рис. 324.

К фланцу *1* прикреплена ось *2*, на которой вращается втулка *3* с рычагом *4*. Два ролика *5* вращаются свободно на оси *6*, будучи разделены промежуточной втулкой *7*. Рычаг каретки отжимается в сторону барабана пружиной *8*. Расстояние между роликами и скачковым барабаном устанавливается на величину двойной толщины пленки (0,2—0,3 *мм*) и регулируется поворотом эксцентричной шайбы *9*, фиксируемой винтом *10*.

Ось каретки смазывается 1—2 каплями машинного масла каждый раз перед началом работы.

При зарядке фильма рычаг отводится ручкой *11* и удерживается стопором *12* в отведенном положении.

После скачкового барабана фильм образует петлю и огибает сверху фрикционный ролик.

Фрикционный ролик. Фрикционный ролик (рис. 325) обеспечивает движение фильма в строго определенном положении, исключающем возможность бокового смещения, а также поддерживает фильм в натянутом состоянии на звуковом (гладком) барабане. Ролик собран на оси *1*, прикрепленной фланцем к плато тремя винтами, и состоит из двух частей: цилиндра *2*, не-

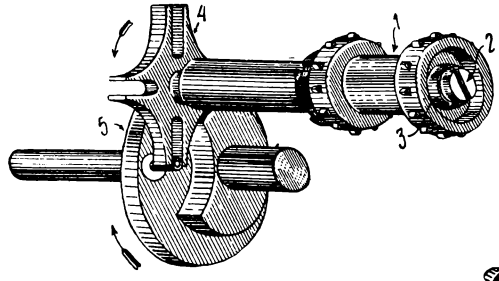


Рис. 323. Скачковый 16-зубцовый барабан и система мальтийского креста

1 — скачковый барабан; *2* — стопорный винт; *3* — упорная шайба под винт; *4* — мальтийский крест; *5* — эксцентрик

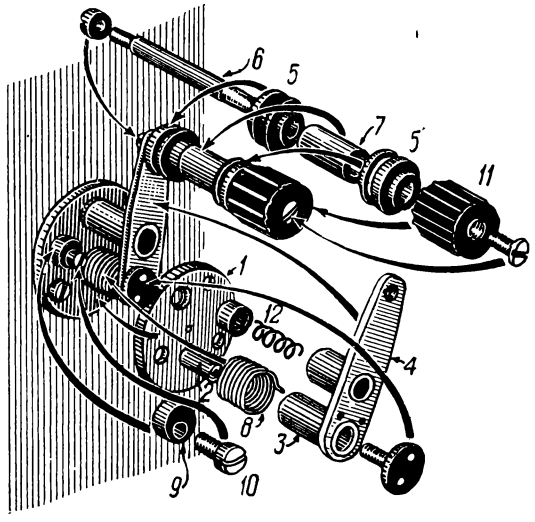


Рис. 324. Придерживающая каретка скачкового барабана

1 — фланец; *2* — ось каретки; *3* — втулка; *4* — рычаг; *5,5* — ролики; *6* — ось роликов; *7* — промежуточная втулка; *8* — пружина рычага каретки; *9* — эксцентричная шайба; *10* — фиксирующий винт эксцентричной шайбы; *11* — ручка; *12* — стопор

подвижного в осевом направлении, так как он прижимается к шайбе *3* пружиной *4*, и втулки с буртиком *5*, которая под действием пружины *6* перемещается в осевом направлении и прижимает фильм к буртику.

Вращение ролику сообщается трением между ним и фильмом (фрикцией). Для вращения ролика фильм преодолевает трение между фрикционной шайбой *7* и торцом цилиндра *2*, вследствие чего фильм натягивается. Величина силы трения и натяжения фильма регулируется изменением сжатия пружины *4* гайкой *8*. Усилие передается через втулку *9* на фрикционную шайбу *7*. По окончании регулировки гайка *8* стопорится на оси *1* винтом 9.

Для разборки фрикционного ролика необходимо освободить стопорный винт на гайке *8*, отвернуть гайку, снять пружину *4*, прижимную втулку *10*, фибровую шайбу *7* и обе половины ролика.

Для сцепления с фрикционным роликом фильм прижимается кареткой фрикционного ролика.

Смазка оси фрикционного ролика производится 1—2 каплями машинного масла каждый раз перед началом работы.

Каретка фрикционного ролика. Устройство каретки подобно устройству придерживающей каретки скачкового барабана (см. рис. 324), отличаясь лишь отсутствием в роликах выточек для зубцов и эксцентричной шайбы для регулирования степени прижима.

После фрикционного ролика фильм огибает снизу звуковой барабан, огибает сверху стоящий рядом направляющий ролик, затем правый ролик 32-зубцового барабана и накладывается перфорационными отверстиями на нижние зубцы барабана. Минуя нижний направляющий ролик у барабана и нижний предохранительный щиток, фильм пропускается через вырезы в корпусе проектора и принимающей кассеты, между роликами кассеты и, обогнув снизу втулку диска, заправляется концом в щель между приваренными к втулке пластинками.

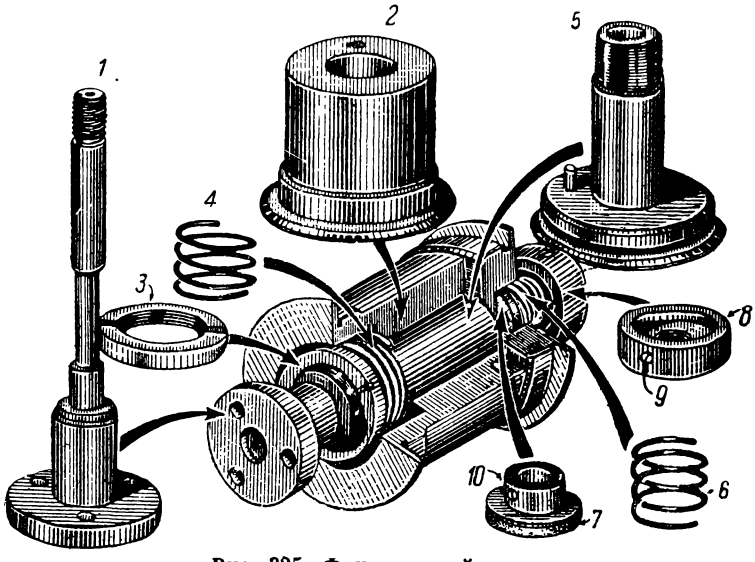


Рис. 325. Фрикционный ролик

1 — ось фрикционного ролика с фланцем; *2* — цилиндр; *3* — шайба; *4* — пружина; *5* — втулка с буртиком; *6* — пружина; *7* — фрикционная шайба; *8* — гайка оси фрикционного ролика; *9* — стопорный винт гайки оси фрикционного ролика; *10* — прижимная втулка

Звуковой (гладкий) барабан. Звуковой барабан — вращающийся фильмовый канал *1* (рис. 326) насажен жестко на одном валу с маховиком *2*. Вал *3* свободно вращается в бронзовых втулках *4*—*4*, запрессованных во фланце *5* или в шарикоподшипниках. Для обеспечения качественного звуковоспроизведения очень важно, чтобы звуковой барабан вращался с постоянной скоростью и равномерно двигался связанный с ним фильм. Маховик в силу своей инерции сглаживает колебания скорости вращения звукового барабана и движения фильма. Весь узел, т. е. насаженный на общий вал звуковой барабан с маховиком, носит название с т а б и л и з а т о р а или фильтра.

Для разборки стабилизатора необходимо отвернуть две гайки, крепящие планку линзы фотоэлемента, снять планку, отвернуть торцевой винт *6* и снять шайбу *7*, снять звуковой барабан и движением в сторону маховика вынуть маховик с валом. Маховик крепится на валу торцевым винтом *8* с шайбой *9*.

Вал стабилизатора смазывается 3—4 каплями машинного масла через отверстие во фланце-подшипнике перед каждым началом работы.

Нижний предохранительный щиток. Нижний предохранительный щиток—штампованная деталь из листовой стали, укрепленная двумя винтами на плато ниже левого ролика 32-зубцового барабана. Нижний предохранительный щиток предназначен для предупреждения возможности захвата фильма барабаном и разделения близко проходящих встречных звеньев фильма: с одной стороны—из подающей кассеты в фильмовый канал и с другой стороны — с 32-зубцового барабана к диску принимающей кассеты.

Принимающая кассета. Принимающая кассета конструктивно сходна с подающей кассетой, с той лишь разницей, что в ней помещается автонама-

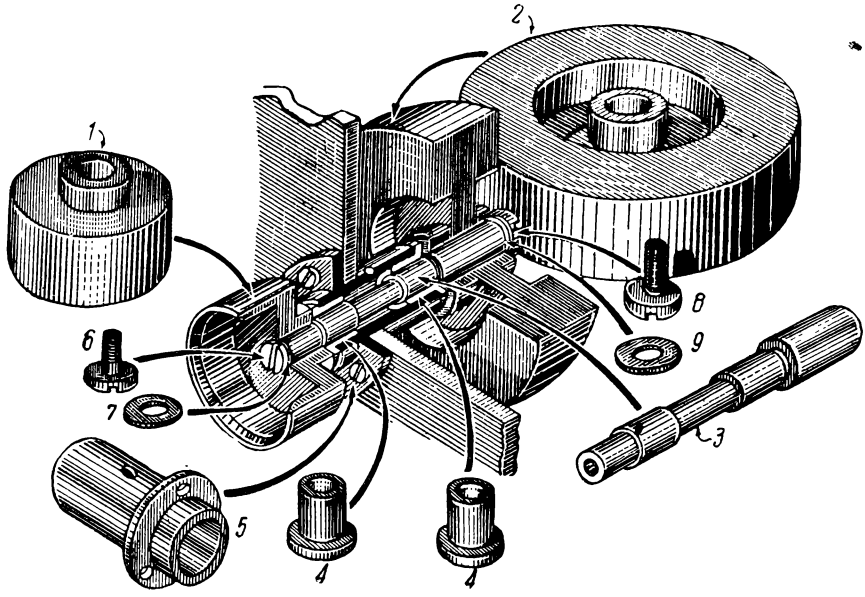


Рис. 326. Стабилизатор скорости движения фонограммы К-25
1 — звуковой (гладкий) барабан; *2* — маховик фильтра; *3* — вал стабилизатора; *4,4* — бронзовые втулки; *5* — фланец маховика; *6* — торцевой винт звукового барабана; *7* — шайба торцевого винта; *8* — торцевой винт маховика; *9* — шайба торцевого винта маховика

тыватель. В центре кассеты находится сердечник *1* (рис. 327), сидящий на валу *2* и вращающийся во втулке подшипника *3*, проходящей сквозь дно кассеты. На противоположном конце вала, позади кассеты, укреплен шкив *4*, связанный ременной передачей с другим шкивом, насаженным на вал 32-зубцового барабана, посредством которого приводится во вращение сердечник кассеты.

На выточке, имеющейся в сердечнике, укреплена плоская пружина с шариком на конце, выполняющая роль фрикциона между сердечником и втулкой диска. В более поздних конструкциях плоская пружина заменена пружинящей втулкой с винтом *5*. Диск, на который наматывается фильм, насаживается на сердечник наматывателя; диск вращается благодаря трению между втулкой и сердечником.

Сердечник кассеты вращается с одинаковой скоростью, а диск по мере увеличения рулона делает меньше оборотов: сердечник скользит (буксует) внутри диска.

Трение создается за счет веса диска и намотанного на нем фильма; кроме того, оно может усиливаться освобождением пружины фрикциона поворотом винта *5*.

Для разборки наматывателя кассеты отвертывается стопорный торцевой винт, снимается шкив и вынимается валик с втулкой — подшипником наматывателя.

Вал наматывателя смазывается 1—2 каплями машинного масла каждый раз перед началом работы.

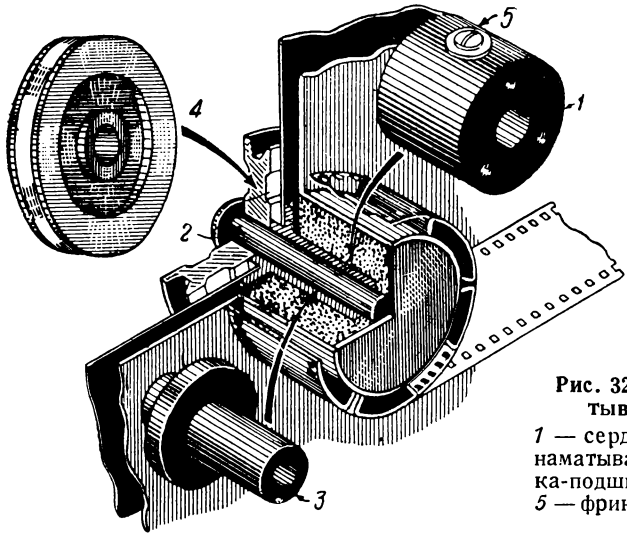


Рис. 327. Автонаматыватель К-25
1 — сердечник; *2* — вал наматывателя; *3* —втулка-подшипник; *4* —шкив; *5* — фрикционный винт

Для замены ремня наматывателя в случае обрыва снимается правый верхний и два нижних направляющих ролика, в проекторе ремень заводится на шкив, затем ролики ставятся на место.

Зарядка фильма в проектор

Фильм, подлежащий демонстрированию, перематывается эмульсией наружу.

Зарядка фильма ведется в следующей последовательности (рис. 328):

Открыть крышку проектора со стороны фильмопротяжного тракта и открыть крышки верхней и нижней кассет, надеть диск на втулку автонаматывателя.

Проверить положение скачкового барабана и установить его в положение «Проекция» (момент холостого хода эксцентрика).

Надеть рулон фильма на втулку подающей кассеты, конец пропустить через прорезь между роликами кассеты в отсек фильмопротяжного тракта и закрыть крышку кассеты.

Открыть дверцу фильмового канала, отвести рычаги кареток скачкового барабана и фрикционного ролика, поставить в среднее положение ролик совмещения кадра.

Вытягивая фильм за конец, найти на ракорде в зарядной концовке кадр с надписью «Заряжай в окно». Фильм заложить в фильмовой канал и закрыть дверцу. Кадр фильма совместить с кадровым окном фильмового канала так, чтобы межкадровая линия, соседняя с кадром «Заряжай в окно», пришлась как раз на перегибе кадровой рамки.

Выше фильмового канала образовать петлю, не доходящую до корпуса аппарата на 15—20 *мм*, пропустить фильм через верхний предохранительный щиток, обогнуть два направляющих ролика, оттягивая петлю от барабана, и после этого наложить фильм перфорационными отверстиями

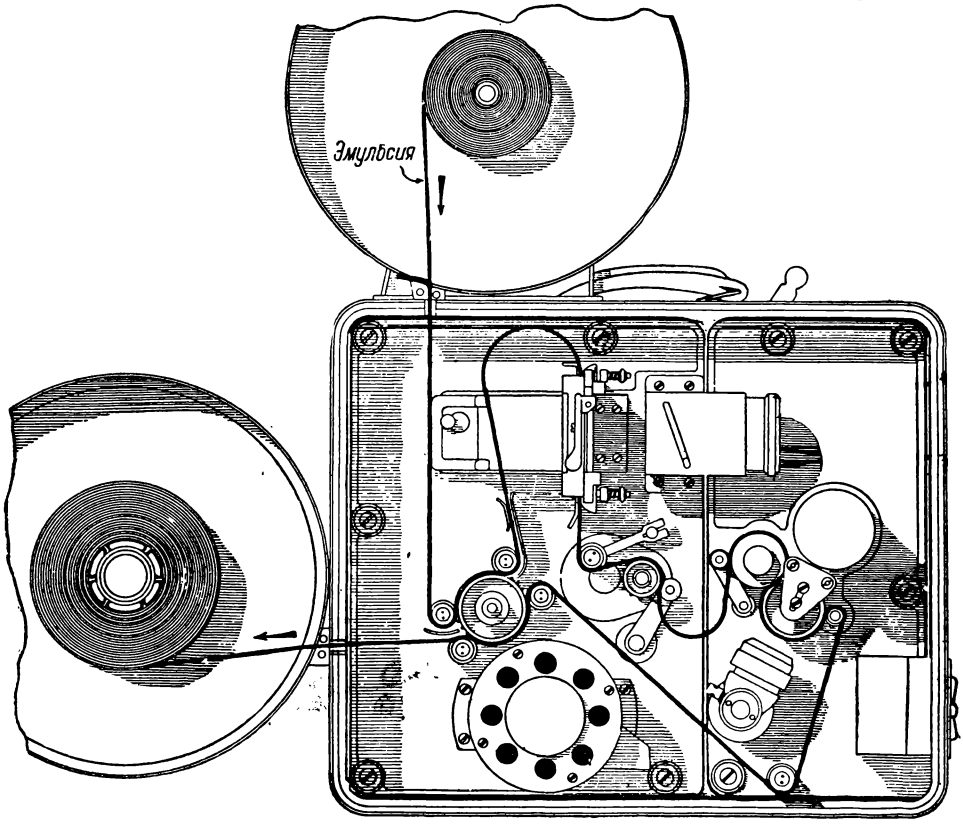


Рис. 328. Зарядка фильма в кинопроектор К-25

на зубья 32-зубцового барабана. Концом фильма, выходящим из фильмового канала, обогнуть ролик совмещения кадра, наложить перфорационными отверстиями на зубья скачкового барабана и поднять каретку. Обогнуть сверху фрикционный ролик и найти на ракорде прозрачную полоску с надписью «Заряжай в блок»; придерживая надпись, обогнуть звуковой барабан, перекинув фильм через направляющий ролик. Установить полоску «Заряжай в блок» против зрачка микрооптики, опустить каретку фрикционного ролика и, придерживая левой рукой фильм на звуковом барабане, указательным пальцем вытянуть петлю до отказа между скачковым барабаном и фрикционным роликом. Не увеличивая петлю фильма и не ослабляя натяжение, обогнуть по пути два направляющих ролика, соединить перфорации фильма с расположенными внизу зубьями 32-зубцового барабана, сверху обогнуть еще один направляющий ролик и пропустить фильм ниже предохранительного щитка в прорезь между роликами принимающей кассеты. Конец фильма заправить между пластинками принимающего диска. Нажимая пальцами левой руки на верхний край диска, подмотать вправо весь свободный конец ракорда и закрыть крышку принимающей кассеты.

Закончив зарядку, надеть ручку на вал 32-зубцового барабана и медленно сделать от руки несколько оборотов, наблюдая за правильностью движения фильма, до появления в кадровом окне надписи на фильме «Включение мотора». После этого снять ручку и закрыть крышку проектора.

Механизм передач

Кинопроектор приводится в действие электродвигателем *1* (рис. 329), на валу которого укреплена стальная 22-зубцовая шестерня с косым зубом (зубчатка мотора) *2*. Шестерня мотора сообщает вращение большой текстолитовой шестерне *3*, имеющей 175 зубцов и укрепленной на валу 32-зубцового барабана *4*.

Через текстолитовую шестерню *3* вращение передается эксцентрику *5* посредством шестерни *6* (зубчатка эксцентрика), насаженной на вал эксцентрика мальтийской системы. Шестерня эксцентрика имеет 22 зуба и ничем не отличается от шестерни мотора (они взаимозаменяемы).

Шестерни смазываются густой смазкой через 20 часов работы проектора.

С эксцентриком непосредственно связан мальтийский крест *7*, на валу которого укреплен скачковый барабан *8*. Мальтийский крест со скачковым барабаном вращаются прерывисто посредством пальца эксцентрика *9*.

Кроме шестерни, на вал эксцентрика насажен маховик, во втулке которого имеются выступы, входящие в соответствующие шлицы шестерни. Шестерня и маховик жестко крепятся на валу эксцентрика торцевым винтом и упорной шайбой, выступы которой входят одновременно в шлицы на торце вала эксцентрика и маховика.

Обтюратор *10* крепится непосредственно на маховике шайбой, прижимаемой четырьмя винтами.

Отвинтив торцевой винт, можно снять маховик вместе с обтюратором. Чтобы снять обтюратор, нужно отвинтить четыре винта и снять шайбу.

С маховиком связана противопожарная заслонка *11*, автоматически перекрывающая доступ света проекционной лампы в кадровое окно во время бездействия кинопроектора и автоматически открывающая доступ световым лучам во время работы проектора.

Механизм мальтийского креста. Фильм прерывисто передвигается в фильмовом канале механизмом мальтийского креста, схема работы которого показана на рис. 323.

Мальтийский крест (рис. 331) состоит из головки *1* и вала *2*, на который надевается скачковый барабан. Головка креста разделена на четыре л о п а с т и *3*, между которыми прорезаны ш л и ц ы *4*. Острые концы лопастей называются п е р ь я м и *5*; полукруглые поверхности между перьями носят название ф и к с и р у ю щ и х в ы е м о к *6*.

На шейке вала мальтийского креста имеется спиральная канавка левого вращения *7* для предотвращения выхода масла из мальтийской коробки.

Эксцентрик (рис. 330) состоит из вала *1*, на котором укреплен диск *2* с фиксирующей шайбой *3* и пальцем *4*. Во время вращения эксцентрика палец входит в шлиц и вращает крест до тех пор, пока он не выйдет из шлица. В момент выхода пальца из шлица крест останавливается и фиксирующая выемка креста вступает в соприкосновение с фиксирующей шайбой эксцентрика. Эксцентрик продолжает вращаться, и палец снова (после полного оборота эксцентрика) поворачивает крест на $^1/_4$ оборота.

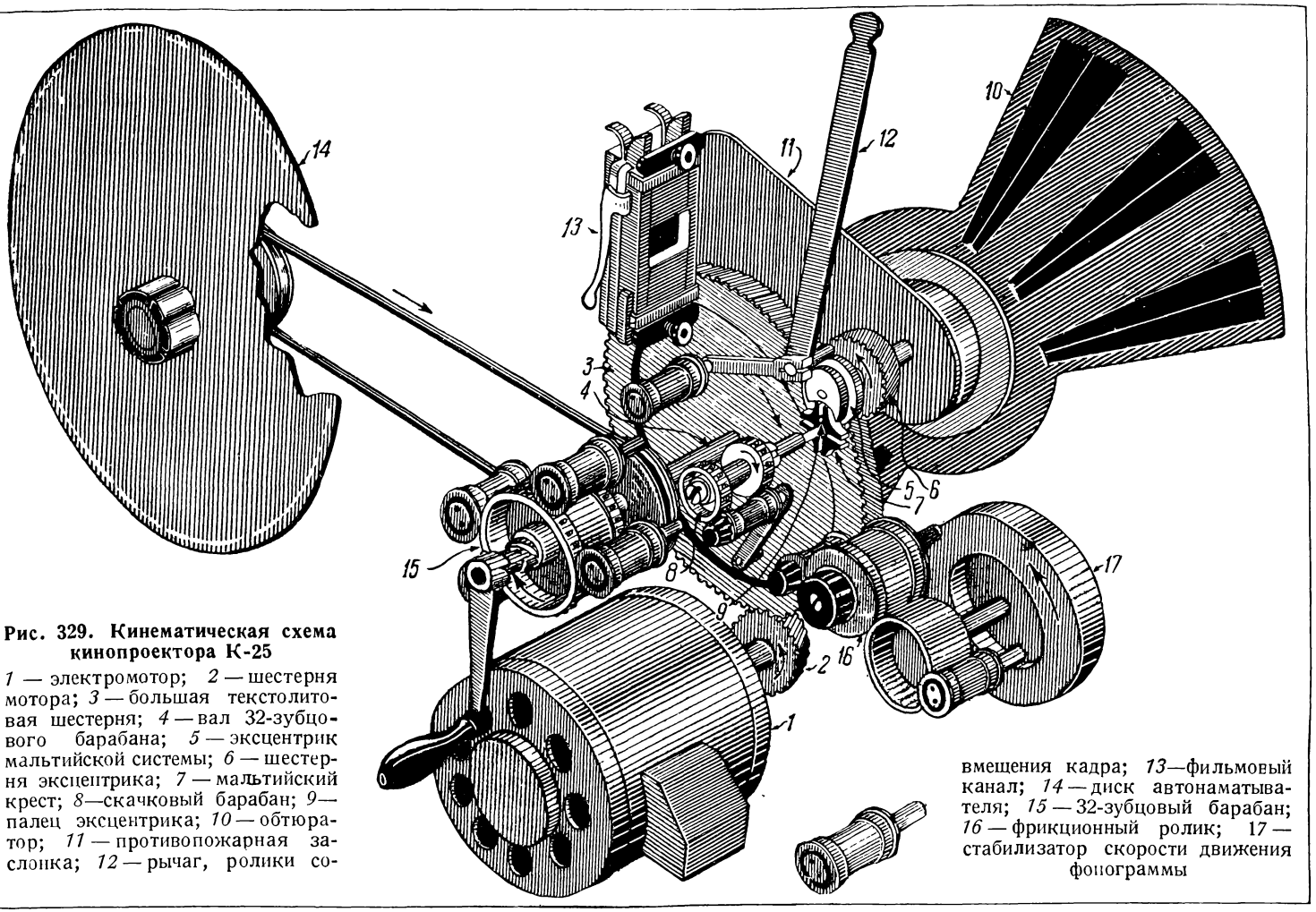


Рис. 329. Кинематическая схема кинопроектора К-25

1 — электромотор; *2* — шестерня мотора; *3* — большая текстолитовая шестерня; *4* — вал 32-зубцового барабана; *5* — эксцентрик мальтийской системы; *6* — шестерня эксцентрика; *7* — мальтийский крест; *8*—скачковый барабан; *9*—палец эксцентрика; *10* — обтюратор; *11* — противопожарная заслонка; *12* — рычаг, ролики совмещения кадра; *13*—фильмовый канал; *14* — диск автонаматывателя; *15* — 32-зубцовый барабан; *16* — фрикционный ролик; 17 — стабилизатор скорости движения фонограммы

С каждым полным оборотом эксцентрика мальтийский крест и скачковый барабан поворачиваются на 90°, т. е. на $^1/_4$ оборота, а фильм перемещается в фильмовом канале на один кадр.

Время, в течение которого крест остается неподвижным, а эксцентрик продолжает вращаться, называется моментом холостого хода эксцентрика.

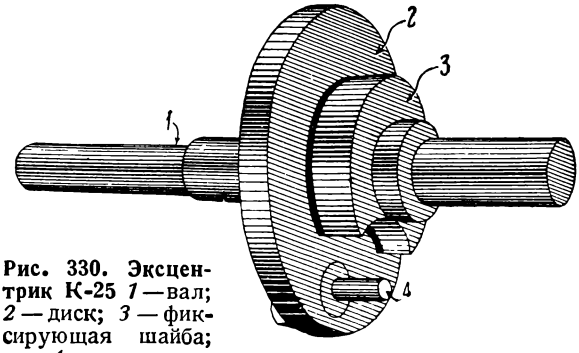


Рис. 330. Эксцентрик К-25 *1* — вал; *2* — диск; *3* — фиксирующая шайба; *4* — палец

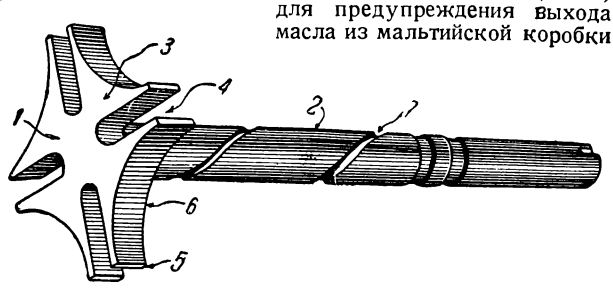


Рис. 331. Мальтийский крест К-25

1 — головка; *2* — вал; *3* — лопасть; *4* — шлиц; *5* — перо; *6* — фиксирующая выемка; *7* — спиральная канавка (левая) для предупреждения выхода масла из мальтийской коробки

В момент холостого хода фиксирующая шайба скользит по фиксирующим выемкам креста, вследствие этого крест и барабан остаются неподвижными на все время стояния кадра в окне фильмового канала.

В процессе работы трущиеся детали механизма мальтийского креста изнашиваются: стирается рабочая поверхность фиксирующей шайбы эксцентрика и поверхности фиксирующих выемок креста; изнашиваются палец и стенки шлицов креста, в результате чего между взаимодействующими деталями образуются зазоры (люфты), т. е. детали неплотно прилегают друг к другу; зазоры между фиксирующими поверхностями креста и эксцентрика приводят к качке креста в момент стояния, т. е. проицирования кадра на экран, что вызывает качание изображения на экране.

Для изменения величины зазора между крестом и эксцентриком вал мальтийского креста *1* помещается в эксцентричной втулке *2* (рис. 332), которая дает возможность (по мере надобности) приближать крест к эксцентрику.

Отверстие во втулке, в которой вращается вал мальтийского креста, помещается не в центре, а несколько смещено в сторону, иначе говоря, — отверстие эксцентрично. Поворотом втулки *2* вокруг своей оси можно уменьшить зазор между фиксирующей поверхностью креста и шайбой эксцентрика.

Для поворачивания втулки *2* в ее верхней части имеются шлицы, в которые вставляется специальный ключ *4*. Чтобы эксцентричная втулка не поворачивалась произвольно, она фиксируется стопорным винтом *3* в корпусе коробки мальтийского креста *5*.

Палец эксцентрика может упираться в край лопасти креста или входить, ударяясь о стенку шлица; это вызовет стук мальтийской системы и повышенный износ механизма. В целях устранения этого явления палец *1* в своей крепежной части находится также не в центре, а несколько смещен в сторону (эксцентричен) и крепится гайкой *2* к диску *3* эксцентрика (рис. 333).

Поворотом крепежной части пальца можно отрегулировать плавный вход пальца в шлиц без ударов о лопасти креста.

Мальтийский крест и эксцентрик помещены в коробке (ванне), наполненной машинным маслом (см. рис. 333), так, что механизм смазывается автоматически. Коробка механизма мальтийского креста состоит из крышки *4* и коробки мальтийского креста *5*; на крышке имеется три отверстия, закрытые пробками *6*, *7*, *8*: через верхнее отверстие *6* коробка заполняется маслом; среднее отверстие *7* указывает уровень, до которого коробка должна наполняться маслом, а через нижнее отверстие *8* выпускается отработанное масло при промывке.

Емкость мальтийской коробки 40 *г* масла машинного, или 45 *см*^{3}. Через 20 часов работы в коробку доливается 5 *г* масла. Норма утечки масла считается 0,25 *г* за рабочий час.

В крышке имеются две направляющие шпильки, входящие при сборке в отверстия корпуса. Крышка крепится к корпусу восемью винтами. Во избежание просачивания масла между крышкой и коробкой положена прокладка из плотной бумаги *9*. Коробка мальтийского механизма крепится к плато проектора со стороны фильмопротяжного тракта четырьмя сквозными винтами, входящими в приливы коробки.

Разборку мальтийской системы нужно производить в следующем порядке: отвернуть торцевой винт маховика эксцентрика; снять упорную шайбу и маховик; освободить конец пружины автоматической заслонки со штифта и снять заслонку; снять текстолитовую шестерню с вала 32-зубцового барабана; снять рычаг *10* с роликом совмещения кадра *11* в отсеке движения фильма, отвернув бородком винт с цилиндрической головкой *12*; в отсеке передач отвернуть три винта крепления рычага

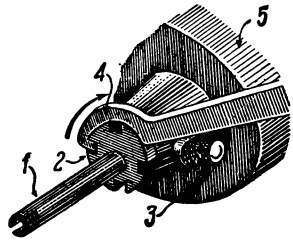


Рис. 332. Регулирование величины зазора между фиксирующей шайбой эксцентрика и фиксирующей выемкой мальтийского креста

1 — вал мальтийского креста; *2* — эксцентричная втулка; *3*—стопорный винт эксцентричной втулки; *4*—ключ эксцентричной втулки; *5* — корпус коробки мальтийского креста

совмещения кадра *13*; отвернуть четыре винта крепления коробки мальтийского креста к плато проектора со стороны скачкового барабана и снять коробку.

Чтобы разобрать коробку, достаточно развернуть восемь винтов, крепящих крышку к корпусу, и снять крышку.

Коробка мальтийского креста разбирается лишь в случае крайней необходимости: поломки, заедания механизма или во время ремонта в мастерской (киномеханикам, не имеющим достаточного опыта, разбирать коробку мальтийского креста не рекомендуется).

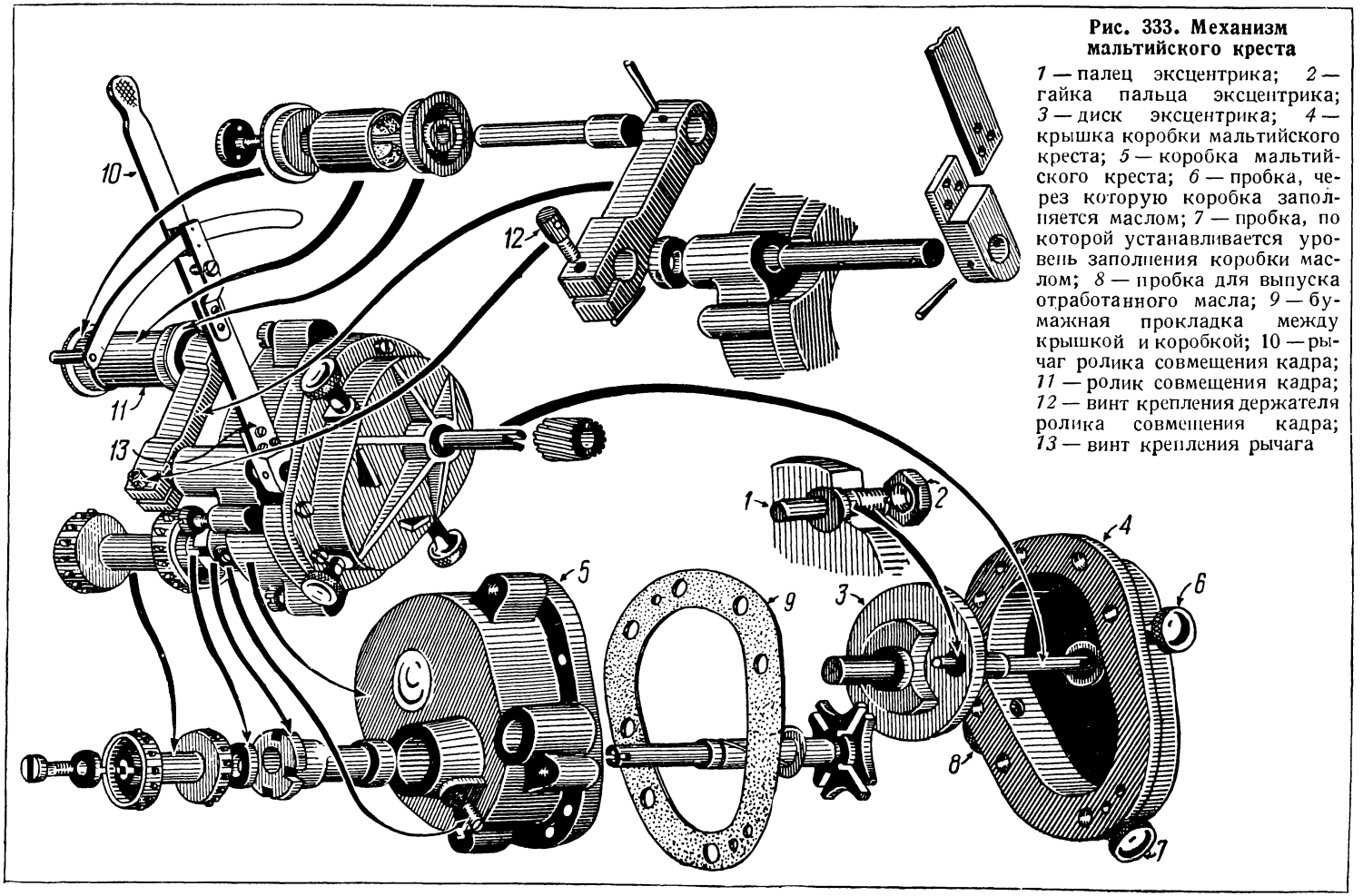


Рис. 333. Механизм мальтийского креста

1 — палец эксцентрика; *2* — гайка пальца эксцентрика; *3* — диск эксцентрика; *4* — крышка коробки мальтийского креста; *5* — коробка мальтийского креста; *6* — пробка, через которую коробка заполняется маслом; *7* — пробка, по которой устанавливается уровень заполнения коробки маслом; *8* — пробка для выпуска отработанного масла; *9* — бумажная прокладка между крышкой и коробкой; 10 — рычаг ролика совмещения кадра; *11* — ролик совмещения кадра; *12* — винт крепления держателя ролика совмещения кадра; *13* — винт крепления рычага

Автоматическая противопожарная заслонка

Действие автоматической противопожарной заслонки основано на центробежной силе и силе трения; поэтому она может быть названа центробежно-фрикционной противопожарной заслонкой (рис. 334).

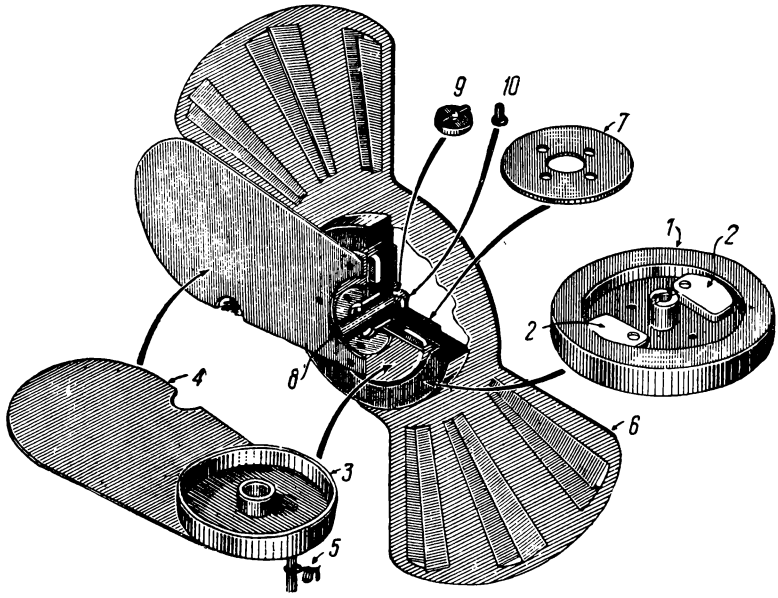


Рис. 334. Противопожарная автозаслонка К-25

1 — маховик обтюратора; *2,2* — колодки-фрикционы; *3* — чашка; *4* — заслонка; *5* — возвратная пружина автозаслонки; *6* — обтюратор; *7* — шайба крепления обтюратора на маховике; *8* — вал эксцентрика; *9* — упорная шайба; *10* — торцевой винт крепления узла автозаслонки с обтюратором на валу эксцентрика

В выточке маховика *1* на винтах укреплены шарнирно две колодки-фрикционы из пластмассы *2, 2*. Под действием центробежной силы в момент

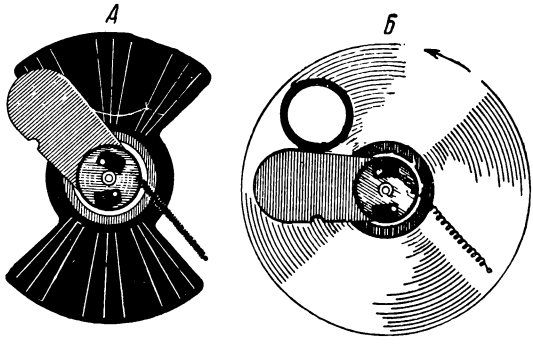


Рис. 335. Действие фрикционной противопожарной заслонки

А—проектор не работает: кулачки не соприкасаются с чашкой и под действием пружины заслонка закрывает линзу конденсора; *Б* — проектор работает: под действием центробежной силы кулачки прижаты к чашке, пружина вытянулась и заслонка отклонилась по ходу маховика, открыв доступ света в конденсор

вращения маховика колодки расходятся и упираются в чашку *3*, входящую в выточку маховика, свободно в ней вращающуюся и на которой укреплена заслонка *4*. Трением кулачков о внутреннюю поверхность чашка увлекается маховиком вперед по ходу движения; таким образом

заслонка открывается. В момент остановки проектора заслонка возвращается в исходное положение под действием спиральной пружинки *5*, прикрепленной одним концом к чашке автозаслонки, а другим — к неподвижной стойке на плато; когда проектор не работает, заслонка становится между фонарем и конденсорной линзой в корпусе проектора, перекрывая доступ лучам света в фильмовый канал. На рис. 335 показана автозаслонка во время работы и в момент остановки проектора.

Обтюратор

Непосредственно на маховике эксцентрика крепится обтюратор, закрывающий световой поток, падающий на фильм в момент смены кадров. Лопасть обтюратора, закрывающая световой поток во время смены кадров, называется рабочей лопастью.

Обтюратор имеет две лопасти, из них только одна рабочая, а вторая — холостая. Рабочая лопасть перекрывает световой поток в момент смены кадра в кадровом окне. Холостая лопасть увеличивает количество смен освещения и затемнения экрана, что способствует созданию впечатления постоянного освещения экрана и слитности изображения, а также устраняет утомляющее зрение мигание света на экране (мерцание), имеющее место при однолопастном обтюраторе.

Во время проекции звукового фильма происходит 48 перекрываний светового потока в секунду.

На лопастях обтюратора сделаны выгибы, которые при вращении производят обмен воздуха внутри кинопроектора. Нагретый воздух удаляется через вырез внизу корпуса проектора.

Регулировка обтюратора. Будучи установленной правильно, рабочая лопасть обтюратора перекрывает световой поток точно в момент смены кадра. Неполное совпадение момента закрытия светового потока обтюратором во время смены кадра вызовет на экране вертикальные полосы, тянущиеся за отдельными элементами изображения (рис. 336). В этом случае говорят, что обтюратор «тянет».

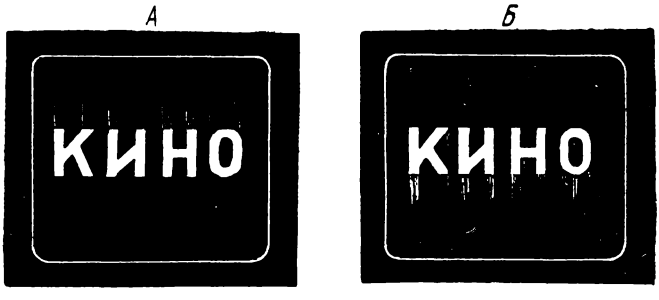


Рис. 336. Тяга обтюратора

А—тяга вверх — обтюратор запаздывает: провернуть маховик по ходу вращения проектора (по часовой стрелке); *Б* — тяга вниз — обтюратор опережает: повернуть обтюратор против часовой стрелки

Если полосы на экране тянутся за изображением вверх (рис. 336, *А*), закрывание светового потока обтюратором запаздывает, т. е. происходит смена кадра в окне раньше, чем его перекрыл обтюратор. Чтобы ввести обтюратор

в фазу с механизмом прерывистого движения фильма, необходимо повернуть обтюратор относительно маховика, на котором он укреплен, на некоторый угол в сторону его вращения, т. е. по часовой стрелке.

Если полосы за изображением тянутся вниз (рис. 336, *Б*), обтюратор закрывает световой поток раньше, чем кадр успел смениться. Чтобы правильно установить обтюратор, его необходимо повернуть на некоторый угол в сторону, противоположную вращению, т. е. против часовой стрелки.

В центре обтюратора имеется большое отверстие. Обтюратор прижимается к маховику шайбой четырьмя винтами, проходящими сквозь отверстие обтюратора (см. рис. 334).

Для регулировки обтюратора четыре винта, крепящие обтюратор к маховику, слегка освобождаются. Левой рукой придерживают скачковый барабан, а правой проворачивают маховик до момента начала движения скачкового барабана, т. е. момента вхождения пальца эксцентрика в шлиц мальтийского креста. В этом положении маховик надо придержать пальцами левой руки, а правой установить обтюраторное крыло так, чтобы верхняя часть его перекрывала конденсорную линзу на $\frac{2}{3}$; после этого обтюратор закрепляется дожатием четырех винтов.

Чтобы снять обтюратор, надо отвернуть четыре винта, крепящие его к маховику шайбой.

Неисправности механизма проектора

Сильный шум аппарата

Обтюратор погнут и при вращении задевает за оправу конденсора или текстолитовую шестерню. — Выправить обтюратор.

Диск наматывателя погнут и задевает за кассету. — Выправить диск.

Коробка мальтийского креста работает без масла. — Налить масло до уровня контрольной пробки.

Автоматическая заслонка не работает

Заслонка не закрывается; конец пружины соскочил с пальца на заслонке или со стержня. — Исправить.

Заслонка не открывается, очень тугая пружина. — Растянуть пружину.

Электродвигатель работает — проектор остается неподвижным

Сильный износ текстолитовой шестерни; электродвигатель опустился и шестерня электродвигателя слабо сцеплена с текстолитовой шестерней. — Поднять электродвигатель, отрегулировать сцепление и закрепить мотор на плато посредством шпилек.

Светооптическая система

Светооптическая система кинопроектора предназначается для того, чтобы сконцентрировать на фильме в кадровом окне наибольшее количество света от источника и дать на экран увеличенное, резкое и хорошо освещенное изображение фильма.

На рис. 337 изображена в горизонтальном разрезе светооптическая система кинопроектора К-25, состоящая из: источника света *1*; рефлектора *2*; конденсора, составленного из трех линз *3*, *4* и *5*; плоского зеркала *6*; объектива *7*. Конденсорные линзы с рефлектором служат для концентрации лучей и максимального освещения кадра фильма, а объектив — для его воспроизведения на экране.

Источник света — проекционная лампа мощностью 300 ватт 110 вольт (рис. 338), имеет цилиндрический стеклянный баллон диаметром 36 *мм*. Цоколь лампы — нормальный Сван — устанавливается в патрон фонаря цоколем вниз. Тело накала лампы состоит из восьми спиралей, расположенных вертикально в двух плоскостях по четыре спирали в каждой так, что спирали второго ряда расположены в промежутках между спиралями первого ряда, за счет чего получается более равномерная светящаяся поверхность, заполненная светящимися спиралями. Это позволяет наилучшим образом использовать световой поток лампы. Лампа с таким расположением спиралей носит название «Биплан».

Если лампа питается переменным током нормального напряжения 110 вольт, световой поток, отдаваемый лампой, составляет 6000 люмен.

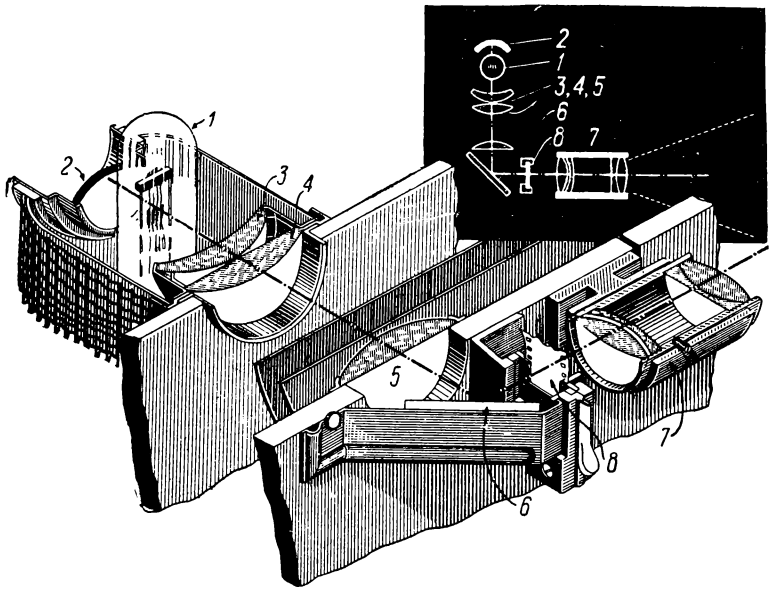


Рис. 337. Светооптическая система кинопроектора К-25 (разрез и схема)

1 — источник света; *2* — рефлектор; *3,4,5* — линзы конденсора; *6* — отражающее зеркало; *7* — объектив; *8* — фильм

Люмен — единица измерения светового потока. Один люмен равен световому потоку, исходящему из лампы накаливания особой конструкции, хранящейся в эталонных лабораториях.

С каждого расходуемого ватта электрической мощности лампа дает $\frac{6000}{300} = 20$ люмен. Эта величина определяет светоотдачу лампы и читается «20 люмен на ватт».

Вследствие больших потерь света полезная световая мощность проектора составляет величину порядка всего 70 люмен.

Полезной световой мощностью проектора называется световой поток, падающий из объектива на экран при работающем обтюраторе.

Тело накала проекционной лампы отражается в стеклянном вогнутом сферическом зеркале-рефлекторе *2* (рис. 337) с серебряным отражающим

слоем на тыльной поверхности. Так как рефлектор является зеркалом с вогнутой, сферической поверхностью, т. е. некоторой частью шара, можно мысленно или на бумаге достроить по этой части шара весь шар, соответствующий по размерам известному нам рефлектору; центр такого шара *О* будет центром зеркала. Линия *АВ*, соединяющая середину зеркала с центром воображаемого шара (рис. 339), называется оптической осью.

Если на вогнутое зеркало направить пучок световых лучей параллельно оптической оси, то все лучи, отразившись от зеркала, соберутся в одной точке приблизительно на половине расстояния между зеркалом и центром. Точка, в которой собираются отраженные от сферического зеркала лучи, называется главным фокусом зеркала *F* (рис. 340).

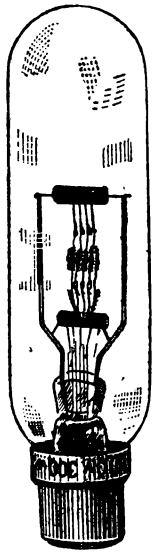


Рис. 338. Лампа накаливания «Биплан» 300 ватт 110 вольт

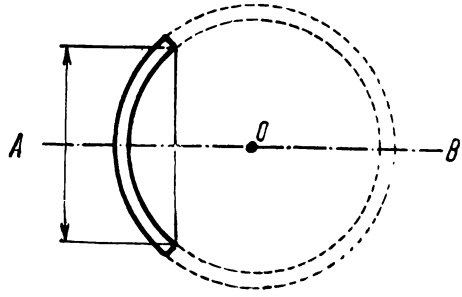


Рис. 339. Вогнутое сферическое зеркало
О — центр зеркала; *АВ* — оптическая ось

Расстояние от главного фокуса до зеркала называется фокусным расстоянием зеркала.

Рефлектор, расположенный правильно по отношению к проекционной лампе, повышает использование светового потока лампы, так как все лучи, направленные на рефлектор в противоположную сторону от фильма, возвращаются рефлектором обратно: он как бы удваивает количество света, направляемого в кадровое окно.

Положение рефлектора в фонаре регулируется так, чтобы отражение в зеркале светящихся спиралей лампы расположилось в промежутках между спиралями, тем самым увеличивая плотность и однородность светового потока лампы.

Лучи света от лампы и рефлектора собираются в один пучок трехлинзовым конденсором, концентрирующим расходящиеся во все стороны лучи источника света и направляющим его на плоское зеркало *б* (см. рис. 337).

Плоское зеркало укреплено под углом 45° относительно оптической оси, проходящей от центра рефлектора через центр тела накала лампы и центр линз конденсора. Лучи света, направленные на плоское зеркало под углом, отразившись от него, меняют свое направление по определенному закону.

Угол, образованный падающим лучом и перпендикуляром к плоскости зеркала в точке падения, называется у г л о м п а д е н и я (рис. 341). Угол между этим перпендикуляром и отраженным лучом называется у г л о м о т р а ж е н и я. По этому закону лучи света проекционной лампы, сконцентрированные конденсором в пучок, падая на плоское зеркало под

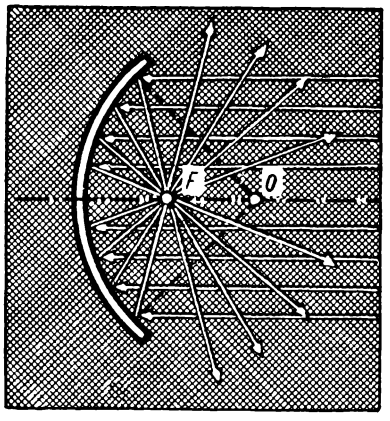


Рис. 340. Главный фокус вогнутого сферического зеркала

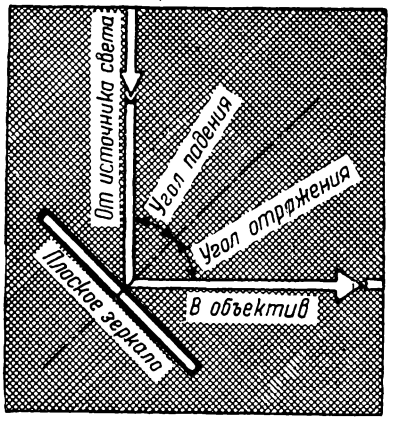


Рис. 341. Отражение луча в плоском зеркале

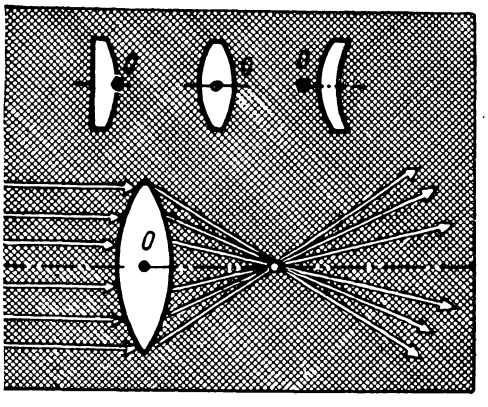


Рис. 342. Собирательная линза
плосковыпуклая; двояковыпуклая (чечевица); выпукло-вогнутая (мениск)

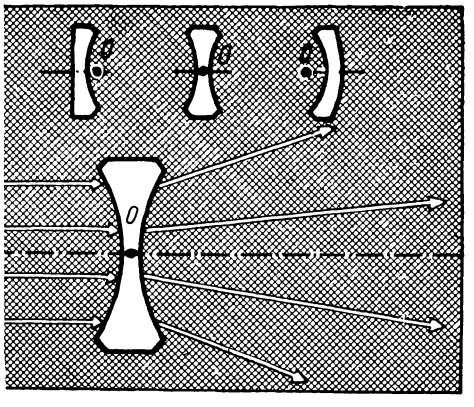


Рис. 343. Рассеивающие линзы
плосковогнутая; двояковогнутая; вогнуто-выпуклая

углом 45°, отражаются от него под таким же углом и отбрасываются в кадровое окно фильмового канала, а затем в объектив, образуя угол в 90° (45° + 45°) между оптическими осями рефлектора, лампы и конденсора, с одной стороны, и кадровым окном с объективом, с другой.

Конденсор, как и объектив, состоит из набора оптических стекол — л и н з, имеющих шаровую поверхность.

Все линзы можно разделить на две группы: собирательные и рассеивающие. С о б и р а т е л ь н ы е л и н з ы (рис. 342) имеют форму: плоско-

выпуклую, двояковыпуклую (чечевица) и выпукло-вогнутую (мениск). Рассеивающие линзы (рис. 343) имеют форму: плоско-вогнутую, двояковогнутую и вогнуто-выпуклую. У собирательных линз середина толще, а края тоньше; у рассеивающих, наоборот, середина тоньше, чем края.

Воображаемая прямая линия, проходящая через центры сферических поверхностей, образующих данную линзу, называется главной оптической осью. Если на линзу падает поток лучей, параллельных главной оптической оси, то после преломления в линзе все лучи пересекут главную оптическую ось в одной точке, которая называется главным фокусом линзы F (рис. 344).

Направляя на линзу поток лучей параллельно главной оптической оси слева направо (рис. 344), а затем наоборот — справа налево, найдем две точки главного фокуса: передний главный фокус F_1 и задний главный фокус F.

Точка, лежащая на главной оптической оси в центре между точками фокусов F и F_1, называется оптическим центром линзы O

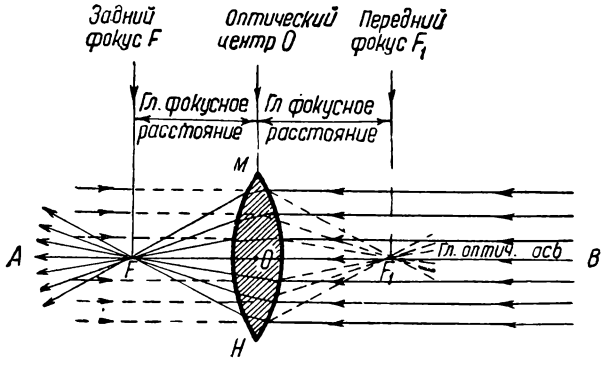


Рис. 344. Фокус собирательной линзы
F_1 — передний главный фокус; F — задний главный фокус

и характеризуется тем, что все падающие на эту точку лучи проходят через линзу, не преломляясь.

Оптический центр линзы может находиться как внутри тела линзы, так и вне его (на рис. 342 и 343 показаны точками оптические центры у различных типов линз).

Расстояние от главного фокуса до оптического центра линзы называется главным фокусным расстоянием.

Расстояние от переднего главного фокуса до оптического центра линз называется передним фокусным расстоянием.

Переднее и заднее фокусные расстояния всегда равны между собой.

Большое значение имеют две точки, лежащие на главной оптической оси линзы и находящиеся от оптического центра в два раза дальше главных фокусов (2 F); эти точки называются двойным фокусным расстоянием.

Лучи света, исходящие из точки, помещенной на двойном фокусном расстоянии от линзы, собираются за линзой также на двойном фокусном расстоянии.

Если светящуюся точку поместить в главном фокусе, то лучи света, преломившись в линзе, пойдут после нее параллельным пучком. Наоборот,

лучи света, идущие параллельным пучком до линзы, преломившись в ней, соберутся в главном фокусе.

Лучи, помещенные между главным фокусом и точкой, находящейся на двойном фокусном расстоянии, соберутся по другую сторону линзы за двойным фокусным расстоянием (рис. 345).

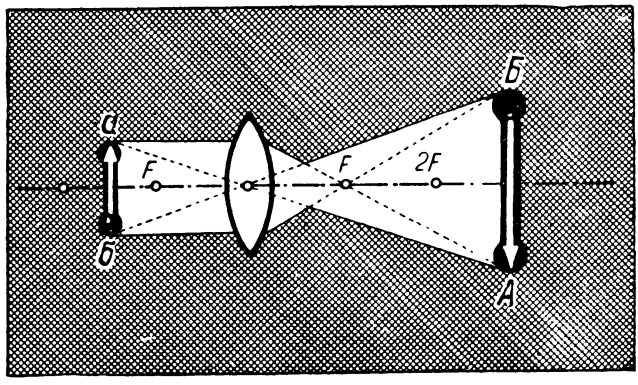


Рис 345. Изображение освещенного предмета, находящегося между главным фокусом *F* и двойным фокусным расстоянием *2F*, даваемое собирательной линзой

На рис. 346 показан ход лучей в трехлинзовом конденсоре проектора К-25. Первая линза вогнуто-выпуклая (мениск). Тело накала лампы помещается в заднем главном фокусе, вследствие чего лучи, преломившись

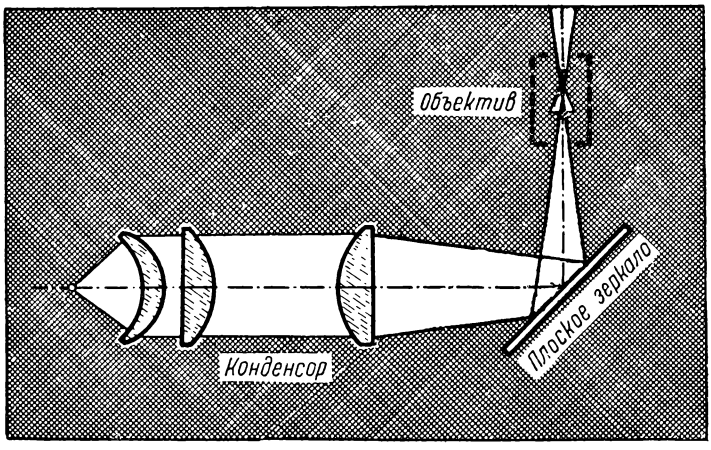


Рис. 346. Ход лучей в трехлинзовом конденсоре К-25

во второй и третьей линзах, идут параллельно и, преломившись в третьей линзе, собираются в переднем главном фокусе конденсора.

Плоское зеркало ставится не в главном фокусе, а несколько ближе, вследствие чего на плоском зеркале получается не светящаяся точка, а кру-

жок, в который вписывается прямоугольное кадровое окно, подлежащее освещению по всей площади.

Первая и вторая линзы имеют общую оправу и укреплены в фонаре; третья линза в особой оправе укреплена в корпусе проектора. Между второй и третьей линзами вращается обтюратор.

Зеркальный отражатель также является частью конденсора и располагается в фонаре на одной оси с телом накала лампы и конденсорными линзами. Источник света располагается на двойном фокусном расстоянии отражателя.

Регулировка проекционной лампы. На рис. 347 показан проекционный фонарь проектора К-25, где *1* — кожух фонаря с конденсором; *2* — сетка

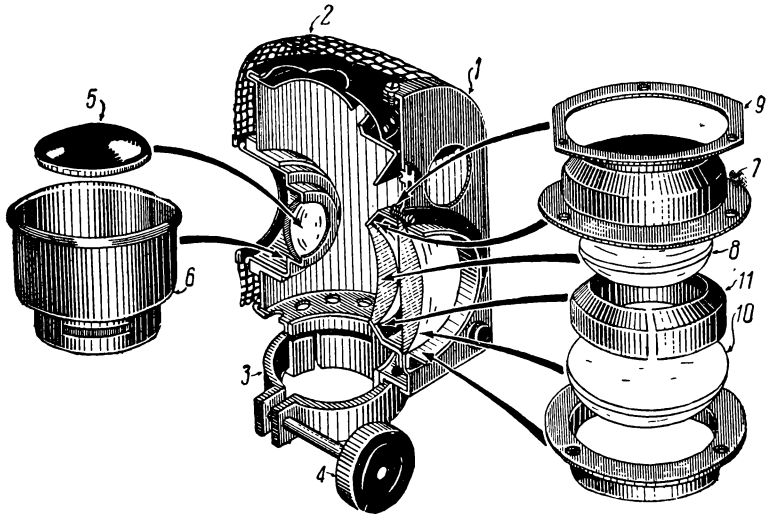


Рис. 347. Фонарь проекционной лампы К-25

1 — кожух фонаря; *2* — сетка кожуха; *3* — хомутик зажима патрона; *4* — стяжной винт хомутика с головкой; *5* — рефлектор; *6* — оправа рефлектора; *7* — оправа 1-й линзы конденсора; *8* — 1-я линза конденсора; *9* — прокладочное кольцо; *10* — 2-я линза конденсора; *11* — оправа 2-й линзы конденсора

кожуха; *3* — хомутик зажима патрона; *4* — стяжной винт хомутика; *5* — рефлектор (зеркальный отражатель).

От положения проекционной лампы относительно оптической системы зависит степень полезного использования на экране светового потока проектора.

Проекционная лампа и зеркальный отражатель устанавливаются следующим образом: снять с проектора фонарь; освободить хомутик, фиксирующий положение лампы в фонаре; наблюдая через конденсор, установить лампу так, чтобы центр светящегося тела (спирали) был расположен по возможности точно в центре линзы конденсора; лампа устанавливается по возможности вертикально, точно по середине между рефлектором и первой конденсорной линзой без наклона в ту или другую сторону. В таком положении патрон фиксируется зажимом хомутика.

Наблюдая через конденсор за отражением нитей в зеркальном отражателе, медленно вдвигать внутрь (или выдвигать наружу) оправу с рефлек-

тором до тех пор, пока отражение спиралей не заполнит пространство между спиралями лампы. Установить фонарь на проектор и проверить расположение спиралей лампы через защитное стекло, сквозь которое свет из объектива отбрасывается на экран.

Если лампа установлена правильно, спирали и их отражения располагаются посредине видимых границ проекционного окна. Такую проверку лучше всего производить вслед за выключением проекционной лампы, когда спирали сохраняют еще некоторый накал, или при подаче на лампу пониженного напряжения (40—50 вольт). Окончательная проверка производится по экрану при включенном проекторе.

Если экран освещен неравномерно или наблюдаются цветные (спектральные) полосы, необходимо слегка освободить хомутик и осторожным передвижением патрона за головку установить лампу в положение, при котором освещение экрана наилучшее.

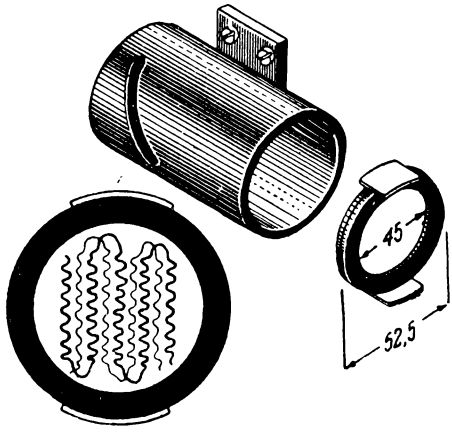


Рис. 348. Экранчик для точной установки проекционной лампы

1 — объективодержатель (портобъектив); *2* — экранчик с направляющими; *3* — расположение спиралей при правильной установке лампы и рефлектора

Проекционная лампа и рефлектор наиболее точно устанавливаются следующим образом:

из картона толщиной 1—1,5 *мм* вырезать два круга наружным диаметром 52,5 *мм*; внутри кругов сделать концентрические отверстия диаметром 45 *мм*; склеить оба круга вместе, предварительно проложив между ними лист папиросной или промасленной бумаги — «экранчик» (рис. 348); подклеив из картона направляющие, вставить экранчик в держатель объектива на расстоянии 96 *мм* от рамки фильмового канала;

вынув рефлектор, установить лампу так, чтобы посредине экранчика получилось резкое изображение нити лампы (при этом смотреть на переднее защитное стекло, в котором хорошо видно изображение нитей лампы на экранчике);

отрегулировав и закрепив положение лампы, установить рефлектор так, чтобы на экранчике между изображениями нитей в конденсоре получилось изображение нитей от рефлектора.

Таким образом правильное положение лампы и рефлектора дает на экранчике два изображения: одно — более яркое — через конденсор; другое — менее яркое — от рефлектора.

Для смены проекционной лампы нужно вынуть штепсельную вилку из гнезда, освободить болт хомутика и вынуть патрон с испорченной лампой из фонаря. Сменить лампу и произвести регулировку.

Проекция изображения на экран. На рис. 349 показан ход световых лучей от освещенного предмета, помещенного между фокусом и двойным фокусным расстоянием двояковыпуклой линзы.

Допустим, что стрелка *аб* — ярко освещенный предмет; тогда каждая точка стрелки будет испускать во все стороны множество световых лучей. Из всех лучей, испускаемых точкой *а* стрелки, выберем два луча, из которых первый идет параллельно оптической оси, а второй — *аА* — проходит через оптический центр. Первый луч должен преломиться в линзе и пройти

через главный фокус, так как до линзы он шел параллельно оптической оси; луч *аА* пройдет сквозь линзу, не преломляясь, так как он проходит через оптический центр и встретит на своем пути первый луч в точке *А*, находящейся за двойным фокусным расстоянием линзы.

Поместив в плоскости точки *А* экран, получим изображение точки *а*. Таким же способом построим ход лучей от точки *б* и получим на экране изображение точки *Б*. Построив ход лучей для всех остальных точек, расположенных между *а* и *б*, получим на экране изображение всей стрелки *АВ*. Это изображение будет перевернутым и увеличенным относительно стрелки *аб*.

Изображение получается на экране увеличенным лишь в том случае, если освещенный предмет расположен между главным фокусом и двойным

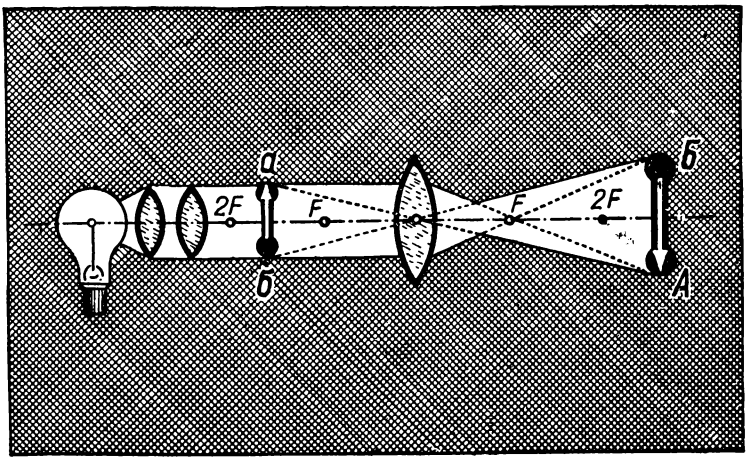


Рис. 349. Схема проекции на экран освещенного предмета, помещенного между главным фокусом и двойным фокусным расстоянием

фокусным расстоянием двояковыпуклой линзы. Те же самые условия будут и в том случае, если применить плоско-выпуклую или вогнуто-выпуклую линзы (т. е. собирательные).

Таким образом любая собирательная линза может дать на экране увеличенное и перевернутое изображение предмета, т. е. может служить объективом. Следовательно, если сильно освещенный кадр фильма поместить между главным фокусом и двойным фокусным расстоянием собирательной линзы, на экране будет получено его перевернутое изображение в увеличенном виде.

Чтобы изображение на экране не было перевернутым, фильм заправляется в аппарат так, чтобы изображение было перевернутым (ногами кверху).

Фокусное расстояние каждой линзы — величина постоянная.

Объектив. Кинопроекционный объектив состоит из нескольких линз. В кинопроекторе К-25 объектив К-20 состоит из четырех линз, склеенных попарно (рис. 350), и имеет эквивалентное (равноценное, равнозначащее) фокусное расстояние с какой-нибудь одной линзой, имеющей такое же фокусное расстояние.

Помимо фокусного расстояния каждая линза или объектив характери-

зуется светосилой, т. е. способностью линзы (или объектива) пропускать то или иное количество световых лучей и давать на экране изображение большей или меньшей освещенности.

Величина светосилы зависит от величины фокусного расстояния и диаметра линзы (или объектива). Светосила объектива определяется как отношение диаметра линзы (или объектива) к его фокусному расстоянию; например, если фокусное расстояние объектива $F = 90$ *мм*, а диаметр линзы — 45 *мм*, то светосила объектива будет 45 : 90, или 1 : 2, и читается — один к двум или, как говорят, светосила данного объектива — два (обозначается 1 : 2) или относительное отверстие $\frac{1}{2}$. Чем больше величина относительного отверстия объектива и чем меньше его фокусное расстояние, тем бóльше света пропускает объектив, т. е. его светосила больше. Из двух объективов с разными диаметрами линз большая освещенность будет получена от объектива, у которого фокусное расстояние меньше.

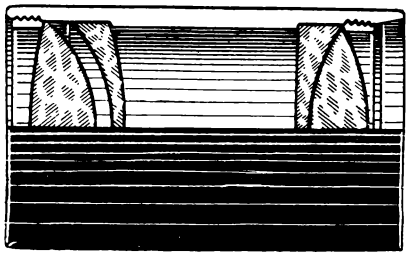


Рис. 350. Объектив кинопроектора К-25 (К-20)

За последние годы широкое распространение получили объективы и конденсоры с просветленными линзами. Оптика просветляется нанесением на поверхности линз тонких пленок, обладающих свойством уменьшать интенсивность света, отражаемого от поверхности стекла, и имеющих небольшой коэфициент преломления. В приборе с просветленными оптическими деталями наблюдаемое изображение становится ярче, резче, яснее. Просветленная оптика в кинопроекционной аппаратуре способствует значительному улучшению качества изображения на экране.

Объектив кинопередвижки типа К-20 (апланат) представляет собой систему линз, заключенных в общую трубу. Четыре линзы, склеенные попарно (см. рис. 350), имеют различные диаметры и укреплены в двух оправах. Развернув резьбовое кольцо, вынимают из оправы линзы меньшего диаметра; линзы большего диаметра, закатанные в оправу, не вынимаются.

Оправы линз ввернуты в общую наружную трубу, на которой выгравирована стрелка с острием, направленным к большим линзам. При установке объектива в аппарат направление стрелки должно совпадать с направлением света к экрану от кадрового окна фильмового канала.

На оправе больших линз объектива выгравированы марка завода, номер объектива, фокусное расстояние, светосила (или относительное отверстие) и тип объектива.

Проекционный объектив вставляется в объективодержатель или портобъектив, укрепленный на плато. Объектив устанавливается на резкость перемещением его вдоль оптической оси посредством шпонки промежуточной трубы объектива и косого паза портобъектива.

Чистка оптики. Поверхность оптических деталей проектора должна содержаться в чистоте. Пыль, масло и грязь на поверхностях линз вызывают потери света, ухудшают изображение. Чистку оптики нужно производить перед каждым началом работы. Ежедневной чистке подвергаются только наружные поверхности оптических деталей. Пыль смахивается мягкой кисточкой, а поверхности линз очищаются мягкой чистой замшей

или чистой, несколько раз стиранной тряпкой, смоченной в чистом спирте или эфире.

Разборка осветительной оптики. Без крайней необходимости оптическую систему разбирать не следует.

Разобранные оптические детали нельзя класть на твердые предметы, так как полированные поверхности стекла легко поцарапать. Под детали надо подложить мягкую чистую тряпку, замшу или (в крайнем случае) лист чистой бумаги. Линзы вынимаются из фонаря отвертыванием трех винтов, крепящих наружные оправы линз к корпусу. Во время сборки руководствоваться схемой рис. 346.

Выбор фокусного расстояния объектива. От фокусного расстояния проекционного объектива зависит величина изображения на экране при определенном расстоянии между экраном и объективом проектора.

Между фокусным расстоянием объектива F и расстоянием между проектором с объективом и экраном и размерами экрана существует определенная зависимость: чем больше F объектива, тем меньшим будет изображение на экране (в случае одинакового расстояния между объективом и экраном).

Чем больше расстояние между кинопроектором и экраном при одном и том же объективе, тем большим будет изображение на экране (рис. 351).

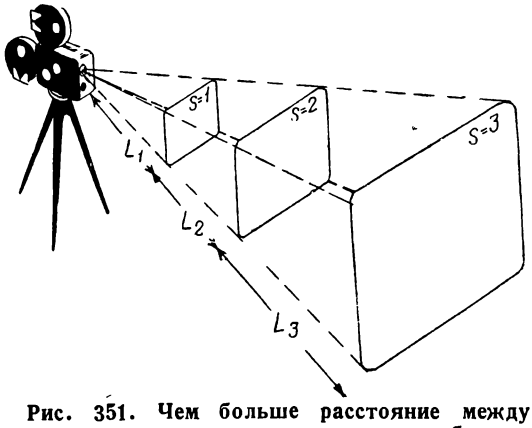


Рис. 351. Чем больше расстояние между кинопроектором и экраном, тем больше изображение на экране

Зависимость эта выражается так: расстояние от объектива до экрана (в *м*), так относится к ширине экрана (в *м*), как фокусное расстояние объектива (в *мм*), относится к ширине кадрового окна кинопроектора (в *мм*).

Ширина кадрового окна — величина стандартная и равняется 20,9 *мм*, округленно — 21 *мм*.

Обозначим расстояние между объективом и экраном буквой L, ширину экрана буквой B, фокусное расстояние объектива F, а ширину кадрового окна кинопроектора b. Тогда зависимость между ними выразится, как:

$$L : B = F : b.$$

Эту зависимость можно сформулировать и так: расстояние от объектива до экрана так относится к ширине экрана, как фокусное расстояние объектива относится к ширине кадрового окна.

Зная три из четырех названных величин, можно легко определить четвертую, решив пропорцию (произведение крайних равняется произведению средних).

Таким образом можно определить:

а) с каким фокусным расстоянием (F) нужен объектив при заданном расстоянии между проектором и экраном и заданной ширине экрана:

$$F = \frac{bL}{B};$$

б) на каком расстоянии (L) должен быть поставлен аппарат от экрана, если задан размер экрана и известно фокусное расстояние объектива:

$$L = \frac{BF}{b};$$

в) какой ширины (B) получится изображение на экране при известных фокусном расстоянии объектива и расстоянии от проектора до экрана:

$$B = \frac{Lb}{F}.$$

Приведем примеры применения этих формул.

Пример 1. Между кинопроектором и экраном расстояние 14 *м*. С каким фокусным расстоянием нужен объектив, чтобы ширина экрана составила 2 *м*?

$$L:B = F:b;$$

отсюда

$$F = \frac{bL}{B}.$$

Подставляя вместо букв заданные числа, получаем:

$$F:21 = 14:2;$$

отсюда

$$F = \frac{21 \cdot 14}{2} = 147 \text{ мм}.$$

Пример 2. Так как объектива с $F = 147$ *мм* у нас нет и мы располагаем только объективом $F = 90$ *мм*, какой ширины получится экран при использовании имеющегося объектива, если расстояние от проектора до экрана 14 *м*?

$$B = \frac{L \cdot b}{F}.$$

Подставив вместо букв заданные числа, получим:

$$B = \frac{14 \cdot 21}{90} = \text{приблизительно } 3{,}26 \text{ м}.$$

Пример 3. Если на экран дать изображение шириной 3,26 *м*, световой поток распределится на чрезмерно большой площади; поэтому освещенность изображения на экране будет недостаточной. Необходимо поставить аппарат на таком расстоянии, чтобы ширина экрана была не более 2 *м*. На каком расстоянии от экрана нужно поставить аппарат, чтобы при объективе $F = 90$ *мм* получить изображение шириной 2 *м*?

$$L = \frac{B \cdot F}{b}.$$

Вместо букв подставим известные числа:

$$L = \frac{2 \cdot 90}{21} = \text{приблизительно } 8{,}5 \text{ м}.$$

Зная ширину экрана, можно легко определить его высоту. Для этого надо ширину умножить на 0,73.

Фокусировка (установка на резкость). Во время проекции фильм должен находиться между главным фокусом и двойным фокусным расстоянием объектива. Расстояние от фильма до объектива должно быть строго определенным, иначе изображение на экране будет нерезким или, как говорят, «не в фокусе». Практически это расстояние устанавливается передвижением объектива вперед или назад до тех пор, пока изображение на экране

не станет резким и отчетливым. Процесс получения резкого изображения на экране называют «дать фокус».

Если оптическая ось киноустановки не будет перпендикулярна экрану, получить изображение, одинаково резкое на всей площади экрана, не удастся. В этом случае часть экрана будет обязательно не в фокусе.

Экран

Перпендикулярность оптической оси к экрану определяется по очертаниям световой рамы на экране. Если очертания рамы имеют форму правильного прямоугольника, оптическая ось объектива кинопроектора перпенди-

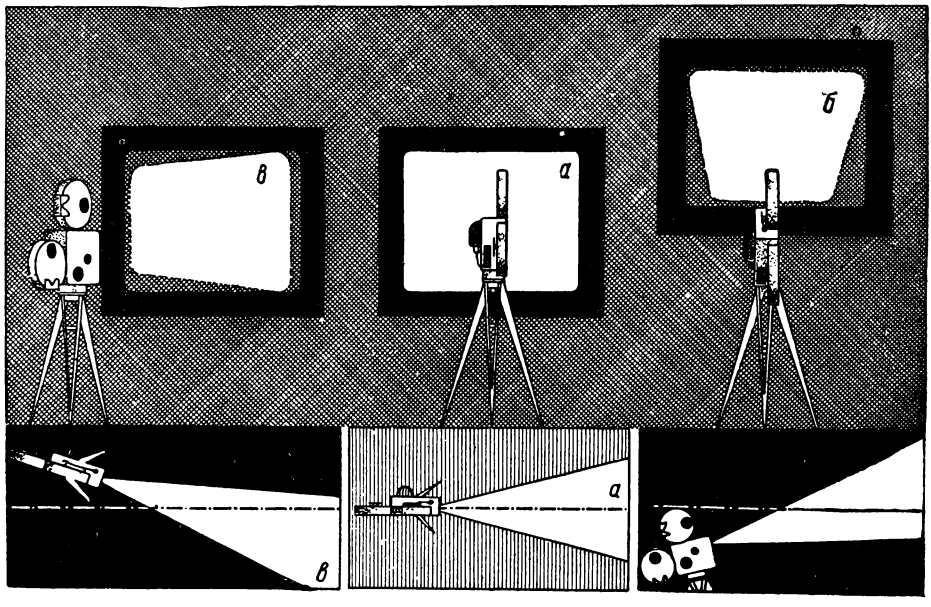


Рис. 352. Очертания изображения на экране в зависимости от расположения кинопроектора

а — кинопроектор установлен перпендикулярно к экрану (правильно); *б* — экран расположен значительно выше кинопроектора; *в* — кинопроектор установлен под большим углом к экрану

кулярна к экрану (рис. 352, *а*). Если очертания световой рамы имеют форму трапеции (рис. 352, *б* и 352, *в*), ось не перпендикулярна. Изменением наклона и угла между оптической осью проектора и перпендикуляром к экрану аппарат устанавливается правильно.

Если расположить проектор перпендикулярно к центру экрана невозможно по условиям помещения, предельный угол проекции (т. е. угол, составленный перпендикуляром к центру экрана и оптической осью проектора), не должен превышать 12°.

Освещенность экрана. Световой поток, излучаемый кинопроектором, зависит от мощности источника света, качества и точности установки светооптической системы и потерь света, обусловленных конструкцией аппарата. Однако для каждого проектора световой поток, отбрасываемый на экран,

в известной степени является определенным и постоянным. Так, например, известно, что световой поток кинопроектора К-25 с лампой «Биплан» 110 × 300 равняется 70 люменам; с кинопроектора К-101 с лампой 30 × 400 можно получить световой поток около 300 люмен; с кинопроектора 16-ЗП с лампой 110 × 750 — 150 люмен; СКП-26 с дуговой лампой, питаемой постоянным током, может дать световой поток до 1800 люмен.

Чем меньше площадь экрана, на которой распределится весь световой поток, излучаемый проектором, тем освещенность экрана будет большей.

Освещенность измеряется в люксах.

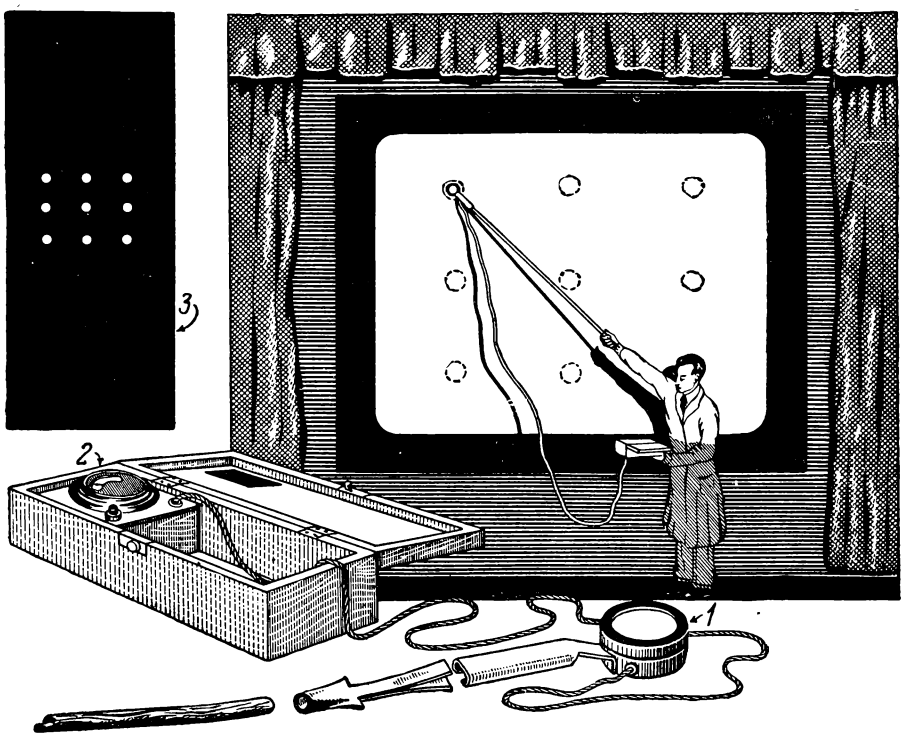


Рис. 353. Измерение освещенности экрана объективным люксметром завода ФЭД

— селеновый фотоэлемент; *2* — гальванометр, градуированный в люксах; *3* — кашетка

Люкс — единица освещенности, получаемая при равномерном распределении светового потока в 1 люмен на площади в 1 $м^2$.

Следовательно, если сосредоточить весь световой поток кинопроектора К-25 на экране площадью в 1 $м^2$, освещенность экрана составит 70 люкс.

Если площадь экрана увеличить вдвое, освещенность снизится вдвое.

Освещенность экрана измеряется посредством объективного люксметра (рис. 353), состоящего из селенового фотоэлемента *1*, присоединенного к гальванометру *2* — чувствительному электроизмерительному прибору, шкала которого отградуирована в люксах.

В фильмовый канал кинопроектора вставляется металлическая кашетка *3* с девятью отверстиями. При включенном проекторе на экране проицируется

9 освещенных кружков, на которых производятся замеры освещенности экрана. К освещенным кружкам на экране прикладывается фотоэлемент, соединенный электрическим шнуром с гальванометром, на котором читают величину освещенности каждого кружка в люксах.

Сумма всех показаний освещенности по 9 кружкам на экране, деленная на 9, является средним показателем освещенности экрана. Разница в освещенности между отдельными точками не должна быть ниже 70%.

В городских стационарных кинотеатрах с кинопроекторами СКП-26 средняя освещенность достигает 130 люкс. В лучших киноустановках с мощными источниками света освещенность достигает 150—200 люкс.

Для экранов кинопередвижек установлена освещенность в 70—80 люкс, но временно, до введения более мощных осветителей, аппаратов К-101, освещенность на аппаратах К-25 не превышает 25 люкс. Если экран имеет освещенность 10—15 люкс, изображение выглядит тусклым, неразборчивым, получается впечатление мелькания неясных силуэтов, трудно разобрать надписи и происходящее на экране. Поэтому размеры экрана должны соответствовать световым возможностям проектора, сообразуя их с размерами зрительного зала.

Экран для демонстрирования фильмов проектором К-25 имеет размеры $2 \times 1{,}5$ *м*. Площадь такого экрана составляет 3 $м^2$; следовательно, можно получить освещенность порядка 23 люкс (70 : 3).

Приведенные данные ориентированы на белый, чистый экран с коэфициентом отражения 0,7 (см. ниже).

Согласно существующим нормам (рис. 354) наиболее удаленные от экрана зрители могут сидеть не дальше 5—6-кратной ширины экрана, т. е. не далее 10—12 *м* от экрана (2×5 или 6).

Установлена также норма для расположения первого ряда зрителей относительно экрана: первый ряд можно располагать не ближе полуторной ширины экрана, т. е. не ближе $(2 \times 1{,}5) = 3$ *м* от экрана.

В промежутке между 3 *м* и 10—12 *м* от экрана все места для зрителей считаются полноценными. Места за пределами этого промежутка (т. е. ближе и дальше) считаются местами неудовлетворительными и располагать на них зрителей не рекомендуется.

Расположение мест для зрителей по ширине не должно выходить за определенные границы. Угол, образуемый лучом зрения зрителя с горизонтальной кромкой рабочей части экрана, не должен превышать в наиболее отдаленной точке 45°.

Отражательная способность экрана (альбедо*). Для того, чтобы изображение было хорошо видимым на экране, одной хорошей освещенности еще мало. Большую роль играет качество самого экрана. Недостаточно белый экран поглощает значительное количество упавшего на него света и отражает только некоторую его часть; недостаточно белые экраны имеют низкий коэфициент отражения, т. е. бесполезно поглощают много света. Поэтому содержание экрана в хорошем состоянии имеет огромное значение для наибольшего использования светового потока и получения качественного изображения на экране.

Для работы с кинопередвижкой наиболее распространен полотняный беленный экран.

---

* Альбедо — коэфициент диффузного отражения экрана, т. е. число (всегда меньшее единицы), показывающее, какая часть падающей световой энергии рассеивается поверхностью экрана. Альбедо белой баритованной бумаги равно 0,852, желтой бумаги — 0,4, черного бархата — 0,004.

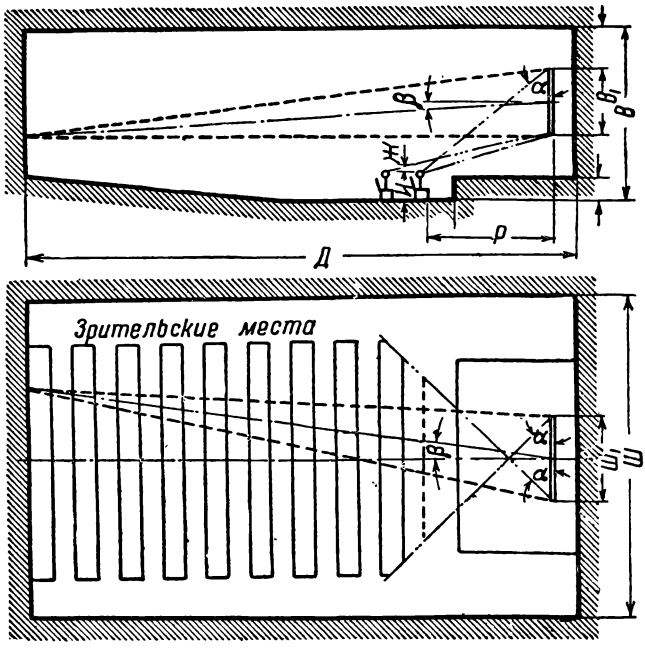


Рис. 354. Норма расположения экрана и зрительских мест в зрительном зале

Обозначения на рис. 354	Наименование измерений	Нормы
Д	Длина зрительного зала	
Ш	Ширина » »	
В	Высота » »	
$Щ_1$	Ширина экрана без обрамляющей рамы	От 1/5 до 1/6 *Д*
$В_1$	Высота » » » »	0,73 $Щ_1$
Р	Расстояние от экрана до 1-го ряда зрительских мест . . .	1,5 $Щ_1$
И	Расчетная высота сидящего зрителя	1,15 *м*
Ж	Расчетная высота превышения нижнего луча зрения, проведенного к нижней кромке рабочей части экрана, над впереди сидящим зрителем	Не менее 0,12 *м*
α	Угол зрения, образуемый лучом зрения с горизонтальной или вертикальной кромкой рабочей части экрана в наиболее отдаленной его точке	Не менее 45°
β	Угол проекции, образуемый нормально восстановленной к центру экрана и оптической осью проектора в горизонтальной и вертикальной плоскостях	Не более 12°

Побелку загрязненного экрана рекомендуется производить очищенным мелом (зубным порошком), разведенным в воде с небольшой примесью молока и с добавлением в раствор небольшого количества синьки для получения легкого голубоватого оттенка. Чтобы побелка не осыпалась, прибавляют некоторое количество яичных белков или жидко разведенный малярный клей, но с расчетом, чтобы раствор не приобрел желтоватого оттенка.

Экран белится широкой кистью, негустым слоем и равномерно по всей поверхности так, чтобы не оставлять следов кисти. Хорошо побеленный экран приобретает хорошую отражающую и рассеивающую поверхность для лучей света, упавших на него, причем коэфициент отражения доходит

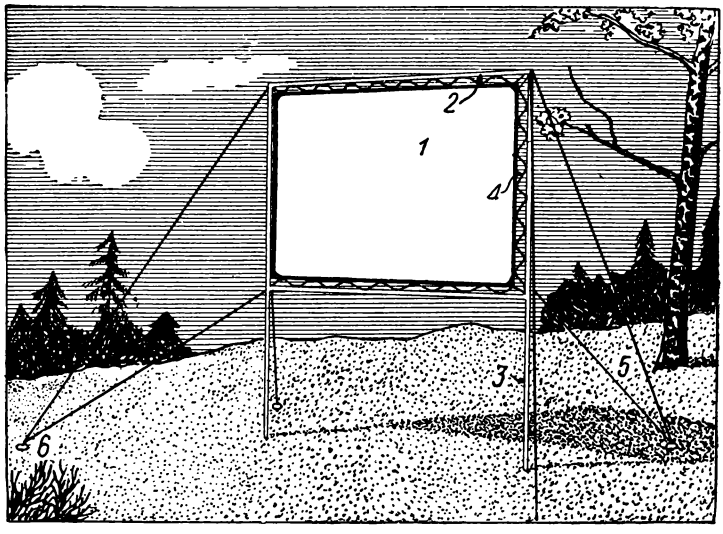


Рис. 355. Разборный экран ЭКР-1 для демонстрирования кинофильмов в полевых условиях

1 — полотно экрана; *2* — разборная рама; *3* — ножки; *4* — шнур; *5* — растяжки; *6* — штопоры

до 0,7—0,8, т. е. потери света составляют всего 20—30%, в то время как потери света на непобеленном или плохо побеленном экране доходят до 60%, т. е. коэфициент отражения составляет всего 0,4.

Перед каждой новой побелкой экран необходимо выстирать, так как новая побелка, нанесенная на старую, образует толстую корку, ломающуюся и осыпающуюся при свертывании экрана.

В целях большей отчетливости изображения экран обрамляется рамой, покрытой матовой темной краской или материей. Ширина обрамляющей рамы стационарного экрана должна равняться 0,2 его ширины; для передвижных экранов обрамляющая рама может быть несколько у́же.

На рис. 355 показан экран, предназначенный для демонстрирования фильмов в полевых условиях, размером 2×1,5 *м*. Комплект экрана ЭКР-1 состоит из: полотна *1*, разборной рамы *2*, ножек *3*, шнура *4*, растяжек *5*, штопоров *6*.

Экран сматывается для транспортировки на одну из стоек рамы, укладывается в чехол, а затем в деревянный ящик.

Полотно экрана посредством петель, крючков и шнура натягивается на разборную деревянную раму (рис. 356).

В полевых условиях рама с натянутым полотном устанавливается на двух ножках, составленных из соединенных трубок, и крепится растяжками к штопорам (рис. 357), ввинченным в землю. Этот же экран может устанавливаться на ножках и в закрытом помещении (рис. 358). Вес экрана в комплекте около 23 *кг*.

В закрытых помещениях на стене подвешивается экран комнатного типа ЭКР-4 размером 2 × 1,5 *м* (рис. 359). Полотно экрана окантовано

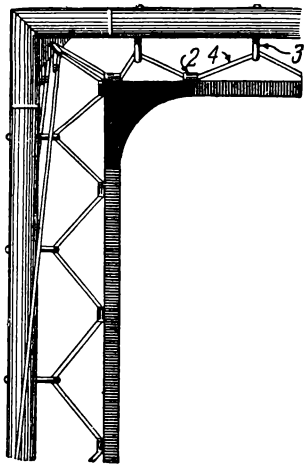


Рис. 356. Натяжка экрана на раму
1 — полотно экрана; *2* — петли экрана; *3* — крючки рамы; *4* — шнур



Рис. 357. Штопор, ввинчиваемый в землю, для крепления растяжек экрана

черной или темнокоричневой материей. К верхней и нижней окантовке *1* пришито по восемь рукавов *2*. В рукава экрана вставляется два деревянных шеста *3*, снабженных на концах сквозными отверстиями для продевания шнуров, растягивающих экран. В вертикальном направлении экран натягивается весом нижнего шеста. Экран подвешивается на стену шнуром, закрепленным в отверстиях верхнего шеста.

При транспортировке полотно экрана сматывается на один из шестов и укладывается в специальный чехол. Вес всего комплекта экрана около 3 *кг*.

Киномеханическая промышленность выпускает специальные передвижные экраны, убирающиеся при помощи пружин внутрь дюралюминиевой трубы. Поверхность экрана покрыта специальным составом, дающим высокий коэфициент отражения.

Проекция отражательная и сквозная. Если кинопроектор и зрители расположены по одну сторону экрана, такая проекция называется о т р а ж а т е л ь н о й, так как зритель воспринимает изображение, отраженное от экрана.

При с к в о з н о й проекции зрители находятся с одной стороны экрана, а кинопроектор по другую сторону. В этом случае зритель смотрит на изображение, проходящее сквозь экран. Экран для сквозной проекции отличается от обыкновенного экрана тем, что он прозрачен, т. е. имеет наи-

больший коэфициент пропускания лучей света. Удовлетворительные результаты дает использование матированного стекла или шелкового полотна, покрытого авиационным лаком № 17.

Сквозной проекцией пользуются для демонстрирования фильмов в незатемненных помещениях (дневная проекция).

При проекции фильма на просвет зарядка производится обратной стороной — эмульсией к объективу для того, чтобы зритель мог видеть надписи на экране неперевернутыми.

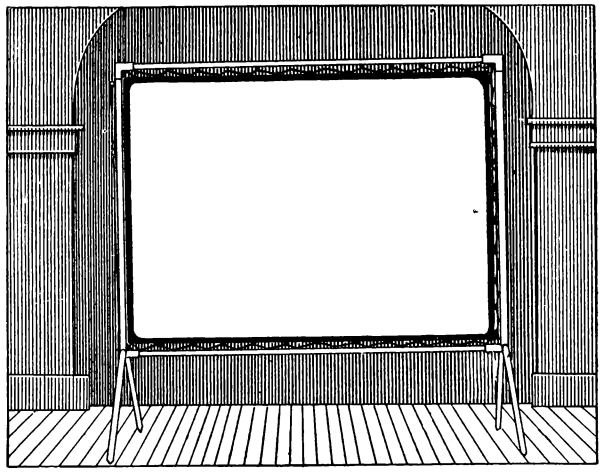


Рис. 358. Установка разборного экрана ЭКР-1 в закрытом помещении

При этом кадровая рамка фильмового канала, применяющаяся для демонстрирования звукового фильма, заменяется рамкой с увеличенным размером кадрового окна, применяющейся для демонстрирования немых фильмов.

Кадровая рамка применяется без замши, а замшевые полоски натягиваются на полозки, укрепленные на откидной дверке фильмового канала. Концы замшевых полосок укрепляются под винты. Для того, чтобы фонограмма фильма попала в поле светового штриха микрооптики, при зарядке звукового блока фильм перевертывается в нормальное положение, т. е. фонограммой к наружному краю звукового барабана. Таким образом между скачковым барабаном и звуковым барабаном получается не обычная петля, а перевернутая (рис. 360).

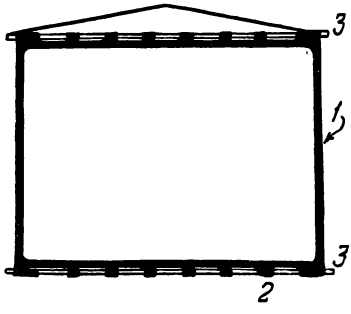


Рис. 359. Экран ЭКР-4 подвесной, комнатного типа
1—окантовка экрана; *2*—рукава; *3* — деревянные шесты

При работе проектора на просвет фильм перематывается эмульсионной стороной внутрь.

Фильм, демонстрируемый на просвет, должен быть особенно тщательно проверен и отремонтирован, при этом должно быть обращено внимание на качество склеек. Недоброкачественные склейки, отставание углов в местах склеек и наличие стрижек исключают возможность нормального и безопасного демонстрирования фильма на просвет.

Проекция на просвет дает значительно больше потерь света, чем отраженная, и требует достаточно хорошей освещенности экрана Поэтому следует снижать размеры экрана, а также сделать вокруг экрана защитный козырек, ограждающий от постороннего света и способствующий увеличению яркости и четкости изображения на экране.

Яркость изображения определяется произведением освещенности экрана в люксах на коэфициент отражения экрана, такая величина называется апостильбом и обозначается буквой *B*.

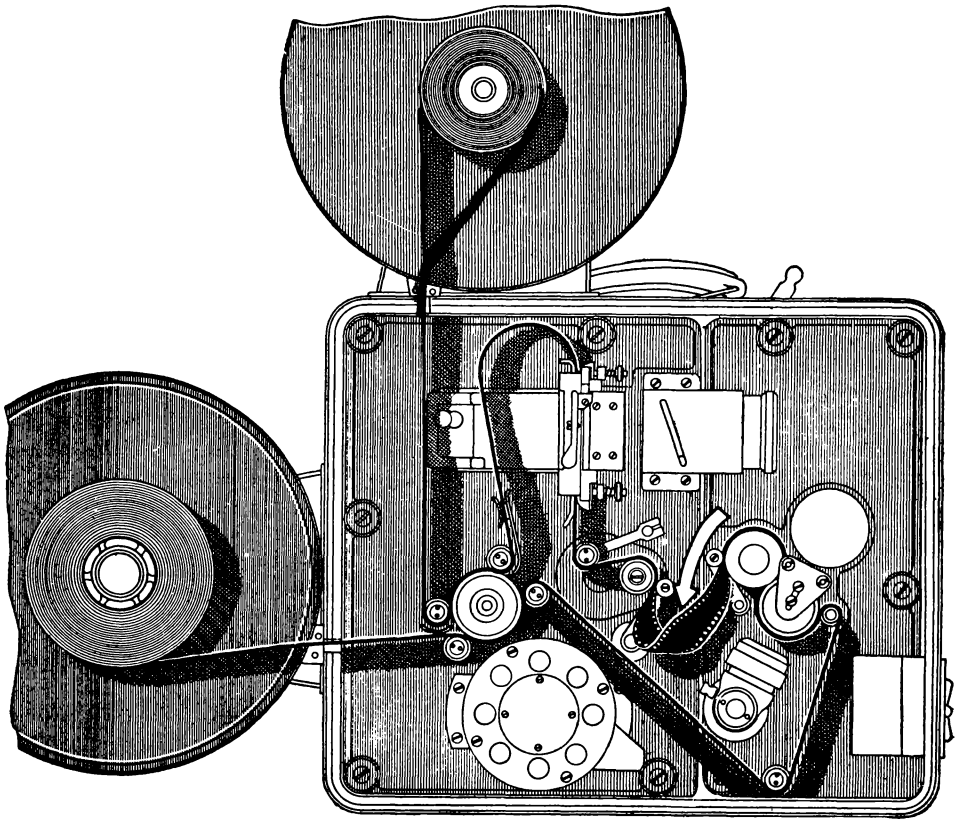


Рис. 360. Зарядка фильма в проектор с поворотом ленты на 180° между скачковым барабаном и фрикционным роликом для сквозной проекции

Например: Чему равна яркость экрана, если освещенность равна 50 люксам, а коэфициент отражения экрана 0,6?

$$B = 50 \cdot 0{,}6 = 30 \text{ апостильб.}$$

Неисправности изображения на экране

Изображение качается на экране вверх и вниз. Трение в фильмовом канале недостаточно. — Поджать гайки прижима полозков, но с таким расчетом, чтобы сопротивление вытягиванию фильма из фильмового канала не превышало 300—350 *г*.

Ролики каретки скачкового барабана установлены очень далеко. — Отрегулировать правильный зазор эксцентричной шайбой.

Скачковый барабан в положении проекции имеет люфт. Между лопастью креста и шайбой эксцентрика имеется увеличенный зазор. — Устранить люфт регулировкой эксцентричной втулки.

Скачковый барабан имеет диаметральный бой. — Сменить барабан.

Ролик совмещения кадра имеет диаметральный бой. — Поставить новый ролик.

В фильмовом канале образовался нагар. — Вычистить нагар. Если демонстрируется новый фильм, установить рамку с замшей.

Фильм изготовлен неточно. Если качка изображения наблюдается только на некоторых частях фильма, неисправность заключается в самом фильме. — Устранить невозможно.

Проектор вибрирует. — Проверить, пустив аппарат без фильма; рамка на экране не должна колебаться. — Установить проектор более устойчиво.

Изображение на экране качается в стороны (боковая качка). Фильм имеет большую усадку, вследствие чего образуется зазор между фильмом и каналом. — Устранить невозможно.

Изображение нерезкое по всему экрану. Объектив неправильно установлен на резкость. — Отфокусировать.

Линзы объектива собраны неправильно. — Переставить линзы, руководствуясь рис. 350.

Объектив вставлен обратной стороной. — Переставить объектив так, чтобы надпись, имеющаяся на торце объектива, была обращена к экрану.

Стекла объектива сильно замаслены или загрязнены. — Вычистить.

Изображение нерезкое по части экрана. Замшевые полоски изношены с одной стороны. Проектор установлен неверно относительно экрана. — Установить проектор перпендикулярно оптической оси экрана (см. рис. 352).

Нагар в канале. — Вычистить.

Изображение на экране с меняющейся резкостью (изображение «дышит»). Фильм прогибается. Ширина фильма больше 35 *мм*. — Устранить невозможно.

Изображение медленно ползет вверх по экрану. Рычаг установки кадра слабо заторможен. — Подтянуть тормозной винт.

Изображение выходит из рамки. Склейка неправильная. — Переклеить фильм во время перемотки.

Перфорации нет с двух сторон. — Отремонтировать фильм.

На экране белые полосы (надписи «полосят»). Обтюратор неточно установлен. Если за буквами вверх тянутся полосы, обтюратор надо переставить по направлению вращения. Если за буквами тянутся полосы вниз, — переставить обтюратор против направления вращения.

Неисправности в движении фильма

Сильный шум фильма. В фильмовом канале образовался нагар. — Вычистить.

Фильм сильно высушен. — Увлажнить.

Барабаны зубчатые изношены. — Сменить.

Петля между фильмовым каналом и 32-зубцовым барабаном мала или велика. — Установить правильную петлю.

Петля между скачковым барабаном и фрикционным роликом мала или велика. — Установить нормальную петлю.

Наматыватель плохо тянет. Масло на втулке наматывателя. — Протереть.

Диск погнут и задевает за кассету. — Отрихтовать.

Начало фильма на втулке диска освободилось. — Закрепить. Отрегулировать фрикцион на сердечнике наматывателя.

Наматыватель сильно тянет. Сердечник наматывателя загрязнился. — Вычистить. Освободить фрикционную пружину на сердечнике.

Фильм сходит с барабана. Фильм заложен на барабан неправильно. Перфорация не лежит на зубцах барабана. — Произвести правильную зарядку.

Перфорационные дорожки сильно изношены, местами отсутствует перфорация с двух сторон: низкая техническая годность фильма. — Проверить фильм и произвести ремонт.

Фильм рвется. Склейки покороблены, произведены плохим клеем или не по нормам. — Переклеить.

Петли очень малы. — При зарядке соблюдать нормальные размеры петель.

Повреждение фильма

Повреждение перфорации. Петли очень малы. — Сделать нормальные.

Трение в канале велико. — Проверить прижим полозков. Сопротивление движению не должно превышать 300—350 *г*.

Зубья барабанов изношены. — Заменить барабаны.

Нагар в фильмовом канале. — При проекции новых фильмов ставить рамку с замшей.

Перфорация неправильна. — Исправить невозможно.

Царапины на фильме. Ролики кассет не вращаются. — Разобрать, прочистить, смазать и протереть.

Направляющие ролики не вращаются. — Вычистить, смазать; изношенные сменить.

Направляющий щиток загрязнен. — Вычистить.

Направляющие щитки погнуты. — Выправить.

Неправильно установлены кассеты. Фильм задевает за стенки корпуса. — Исправить установку кассет.

Кадровая рамка сильно изношена. — Сменить рамку.

Масло на фильме. Чрезмерная смазка. — Уменьшить смазку.

Замаслены места хода фильма. — Тщательно вытереть проектор после смазки.

Звуковой блок

Звуковой блок кинопроектора предназначен для строго равномерного передвижения фонограммы у освещенной оптической щели и проицирования светового или читающего штриха, пропущенного через фонограмму фильма на катод фотоэлемента.

Звуковой блок состоит из двух основных узлов: механического и оптического.

Механический узел обеспечивает движение фильма в звуковом блоке с равномерной скоростью и в строго определённом положении.

Оптический узел просвечивает фонограмму фильма и проицирует световой штрих, модулированный фонограммой на катод фотоэлемента.

В кинопроекторе К-25 к механическому узлу звукового блока относятся: фрикционный ролик с кареткой фрикционного ролика; стабилизатор скорости или фильтр.

Фрикционный ролик и стабилизатор скорости выравнивают толчкообразное движение фильма, вызванное прерывистой работой скачкового барабана.

Фрикционный ролик вращается на своей оси с некоторым сопротивлением, величина которого может регулироваться посредством гайки.

Стабилизатор скорости, наоборот, вращается в подшипниках совершенно свободно и состоит из вала *1* (рис. 361), на концах которого жестко укреплены звуковой барабан *2* и маховик *3*. Стабилизатор крепится тремя винтами к плато посредством фланца с втулкой *4*, в которой запрессованы бронзовые втулки *5* или шариковые подшипники.

Фрикционный ролик и стабилизатор не имеют никакой связи с механизмом передач кинопроектора и приводятся во вращение фрикционным сцеплением с кинофильмом.

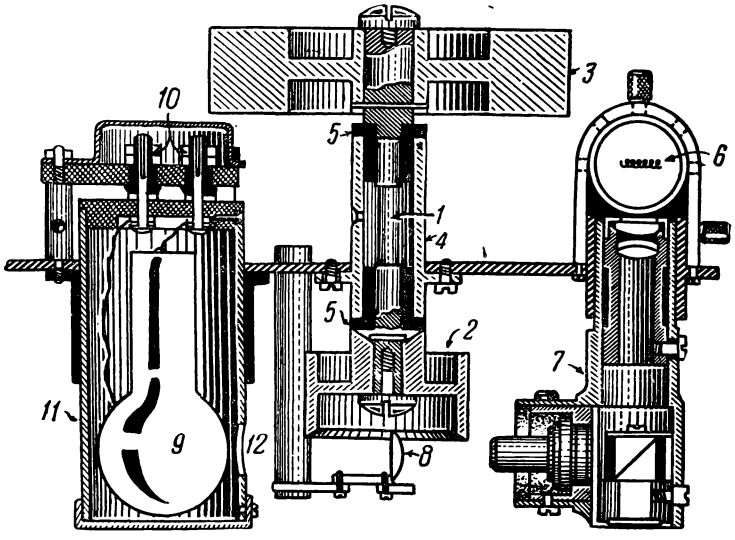


Рис. 361. Схема звукового блока К-25

1 — вал стабилизатора; *2* — звуковой гладкий барабан; *3* — маховик; *4* — фланец с втулкой; *5* — бронзовые втулки; *6* — звуковая лампа; *7* — тубус звуковой оптики; *8* — линза фотоэлемента; *9* — фотоэлемент; *10* — контакты, через которые фотоэлемент соединяется с панелью фотошланга; *11* — гильза фотоэлемента; *12* — окно гильзы

Как известно, ширина фильма равна 35 *мм*, а ширина звукового барабана — только 18 *мм*. Таким образом часть ширины фильма выходит на 17 *мм* за пределы звукового барабана.

Фильм расположен относительно звукового барабана так, что вне барабана остается фонограмма.

Звуковая оптика. Звуковая лампа *6* помещается в фонарике (рис. 362) в отсеке механизма передач, ниже маховика стабилизатора скорости.

Звуковая лампа (рис. 363), рассчитанная на напряжение 5 вольт, питается от специального трансформатора. Мощность лампы 35 ватт; светоотдача 2 люмена на ватт. Цоколь типа «Эдисон-Миньон». Через отверстие в плато свет лампы проникает в тубус звуковой оптики 7, укрепленный во фланце в отверстии плато со стороны отсека фильмопротяжного тракта. В тубусе звуковой оптики (рис. 364) находится трехлинзовый конденсор, в котором линзы *2* и *3* склеены между собой. На серебряном слое, нанесенном на поверхности средней линзы *2*, процарапана щель *4* шириной около 0,1 *мм*, называемая механической щелью.

Посеребренный слой находится между склеенными линзами, что исключает возможность загрязнения или повреждения механической щели. Свет звуковой лампы, прошедший через конденсор с механической

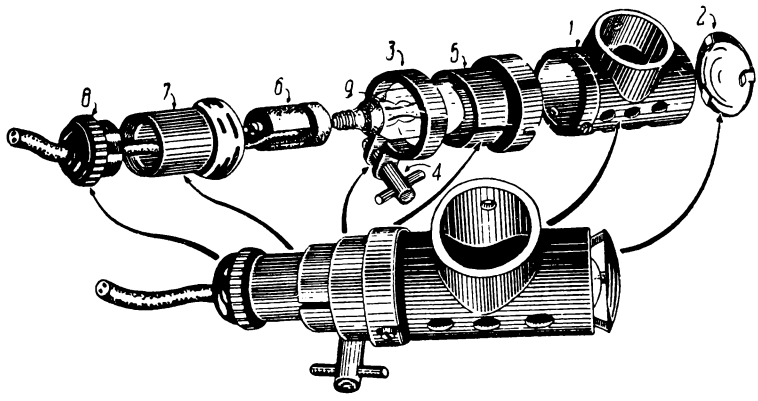


Рис. 362. Фонарик звуковой лампы

1 — корпус фонарика; *2* — крышка; *3* — хомутик; *4* — стяжной винт хомутика; *5* — держатель кольца; *6* — патрон звуковой лампы («Эдисон-Миньон»); *7* — корпус патрона; *8* — пята фонарика; *9* — звуковая лампа

щелью, падает на стеклянный кубик *5*, склеенный из двух половин (призм). Плоскость склейки проходит внутри кубика по диагонали и располагается под углом 45° относительно оптических осей конденсора и микрообъектива *6*.

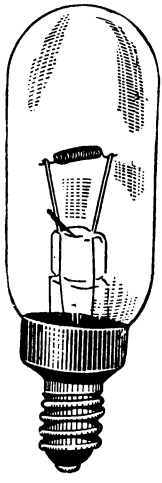


Рис. 363. Звуковая лампа 5 вольт 35 ватт с цоколем «Эдисон-Миньон»

На одну из диагональных плоскостей кубика нанесен серебряный слой, частично пропускающий световые лучи.

Лучи света, направленные через конденсор на внутреннюю плоскость кубика, большей частью (примерно на 80%) отражаются зеркальной поверхностью и направляются в микрообъектив, повернув оптическую ось на 90°. Небольшая часть световых лучей (около 20%) проходит сквозь слой серебрения и попадает на матовое стекло *7*, предназначенное для контроля положения спирали звуковой лампы относительно оптической оси звуковой оптики.

Если в центре матового стекла видно яркое, отчетливое и резкое изображение спирали лампы, значит лампа отрегулирована правильно.

Микрообъектив *6* воспроизводит световой (читающий) штрих непосредственно на фонограмму фильма *8* в месте охвата фильмом звукового барабана *9* и имеет фокусное расстояние 15,6 *мм*, в десять раз уменьшая изображение освещенной механической щели.

Звукооптическая система дает на фонограмме фильма световой штрих размером $2{,}15 \times 0{,}02$ *мм*.

Внутри фильмового полукольца, образующегося при охвате звукового барабана, укреплена на кронштейне линза фотоэлемента *10*, в которой концентрируются лучи света, проходящие от звуковой (просвечивающей) лампы через микрообъектив, затем через фонограмму и в виде светового пучка направляемые линзой на катод фотоэлемента.

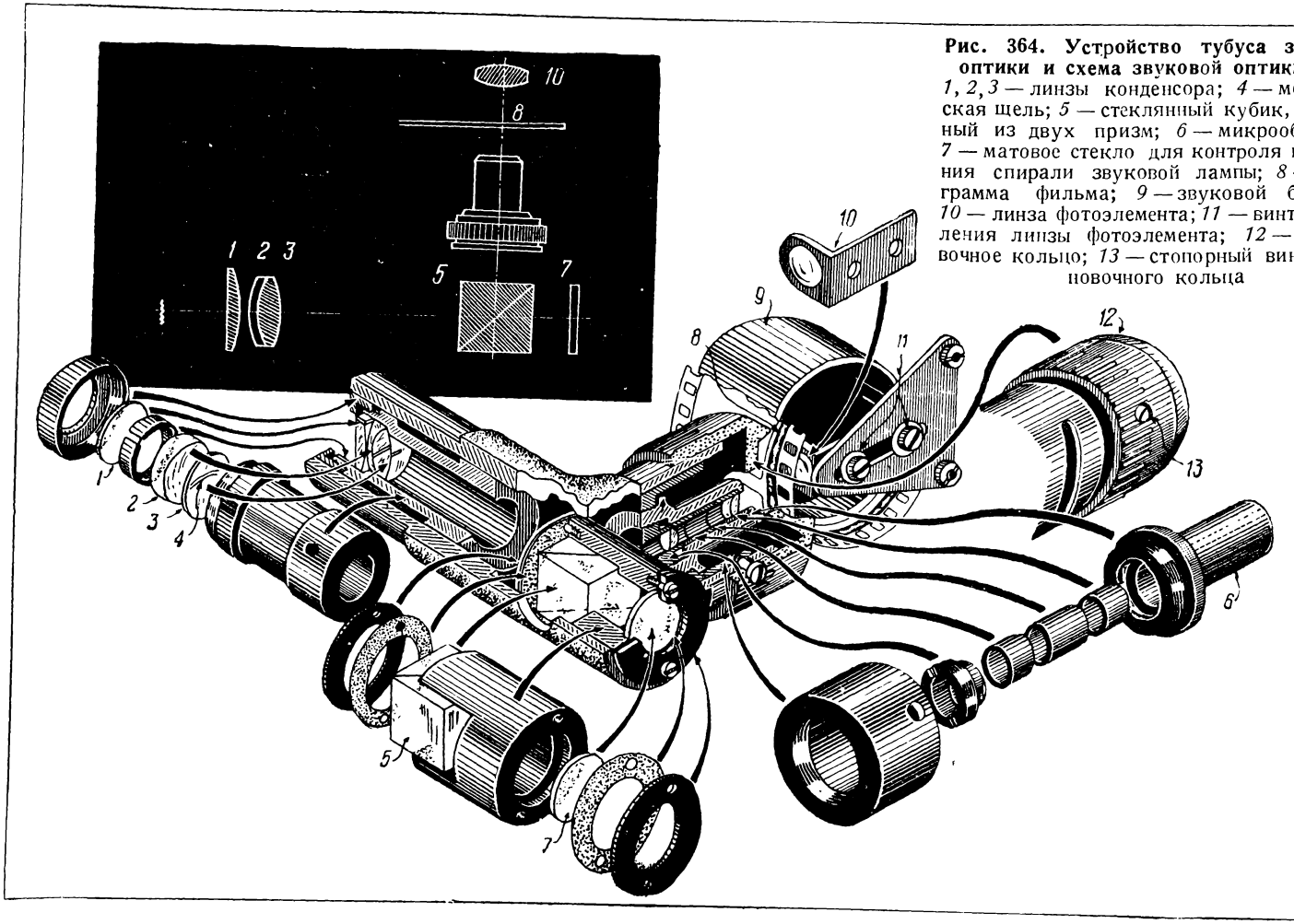


Рис. 364. Устройство тубуса звуковой оптики и схема звуковой оптики К-25
1, 2, 3 — линзы конденсора; *4* — механическая щель; *5* — стеклянный кубик, склеенный из двух призм; *6* — микрообъектив; *7* — матовое стекло для контроля положения спирали звуковой лампы; *8* — фонограмма фильма; *9* — звуковой барабан; *10* — линза фотоэлемента; *11* — винты крепления линзы фотоэлемента; *12* — установочное кольцо; *13* — стопорный винт установочного кольца

Установка фотоэлемента *9* и электрическое соединение с панелью *10*, через которую фотоэлемент соединяется с усилителем, показана на рис. 361.

Фотоэлемент вынимается из панели движением на себя (при обратной установке окно гильзы *12* направляется к микрообъективу).

Для хорошего звуковоспроизведения все детали звуковой оптики располагаются на одной оптической оси относительно друг друга и по отношению к фонограмме и катоду фотоэлемента.

Звуковая оптика кинопроектора сконструирована так, что все элементы поддаются точной установке и фиксированию. Юстировка (точная регулировка) звуковой оптики требует большой тщательности, навыка, хорошего слуха и затраты значительного количества времени.

Частая регулировка звуковой оптики вредно отражается на ее сохранности, так как сработанная нарезка фиксирующих винтов не в состоянии удерживать детали в определенном положении, вследствие чего система постоянно разлаживается. Юстировка звуковой оптики производится только в случаях настоятельной необходимости и лишь лицами, имеющими достаточный опыт.

Разборка тубуса звуковой оптики киномеханикам категорически воспрещена.

Разборка звуковой оптики. Отвернуть винт крепления с цилиндрической головкой на плато проектора и вынуть тубус. Конденсор с механической щелью и оправа склеенных призм вынимаются после того, как отвернуты два наружных винта. Микрообъектив вынимается после освобождения винта в кольце с накаткой. Во время сборки звуковой оптики руководствоваться схемой (рис. 364), после чего произвести регулировку.

Регулировка звуковой лампы. Звуковая лампа регулируется по изображению светящейся спирали на матовом стекле тубуса.

Сначала освобождают стяжной винт хомутика, зажимающий патрон лампы в фонарике, и устанавливают лампу так, чтобы спираль находилась в плоскости, параллельной линзам, и в центре конденсора.

Двигая патрон в нужном направлении вверх или вниз, лампа ставится в такое положение, чтобы изображение нитей на матовом стекле получилось резким и находилось в середине стекла. По достижении нужного положения патрон закрепляется в хомутике винтом.

Точность регулировки проверяется по изображению на папиросной бумаге, приложенной к зрачку микрообъектива. Если лампа отрегулирована достаточно точно, изображение будет иметь на бумаге вид сильно освещенного овала равномерной яркости посередине зрачка микрообъектива. В противном случае повторить регулировку, пока световое пятно не окажется на месте.

Смена звуковой лампы. В отсеке передач освободить винт крепления фонарика и снять фонарик. Вынуть лампу через крышку в фонарике. Сменить лампу. Фонарик поставить на место и укрепить на корпусе проектора. Произвести регулировку лампы.

Регулировка звуковой оптики. Чтобы повернуть тубус звуковой оптики (рис. 365), подвинуть его от себя или на себя или вовсе вынуть из фланца, нужно освободить посредством бородка винт крепления с цилиндрической головкой *1*.

Тубус установить так, чтобы осевая линия объектива была направлена к центру звукового барабана. Световое пятно, за которым ведется наблюдение со стороны фотоэлемента, расположить посредине линзы фотоэлемента. Для регулировки положения линзы фотоэлемента освободить два кре-

пящих винта кронштейна и перемещать последний до тех пор, пока пучок света, идущий от линзы на фотоэлемент, будет проходить, не задевая за край звукового барабана.

Отжав слегка винт *2* (рис. 365), повернуть держатель кубика за головку винта так, чтобы световое пятно расположилось на середине зрачка микрообъектива. После этого зажать винт крепления и проверить, не сбилась ли установка кубика.

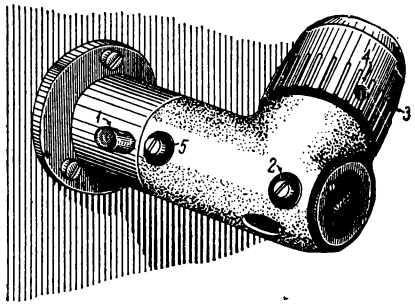


Рис. 365. Тубус звуковой оптики К-25
1 — винт крепления тубуса; *2* — винт держателя кубика; *3* — установочное кольцо; *4* — стопорный винт; *5* — винт поворота конденсора с механической щелью

Звуковую оптику отрегулировать относительно фонограммы контрольным фильмом со специально записанными фонограммами «Маяк».

Контрольный фильм (или кольцо) зарядить в аппарат, после чего поворотом установочного кольца тубуса *3* в ту или другую сторону установить резкость изображения светового штриха на фонограмме фильма. Кольцо освободить и вновь закрепить после фокусировки стопорным винтом *4*. Включить проектор, усилитель и громкоговоритель. Передвижением тубуса световой штрих установить по фонограмме.

Для точной установки читающего штриха применяется фонограмма «Маяк» (рис. 366) — затемненная дорожка, соответствующая стандартной ширине и положению фонограммы фильма. По краям затемненной дорожки, за пределами стандартной ширины нормальной фонограммы, записаны частоты: со стороны изображения — 300 герц, со стороны перфорации — 1100 герц.

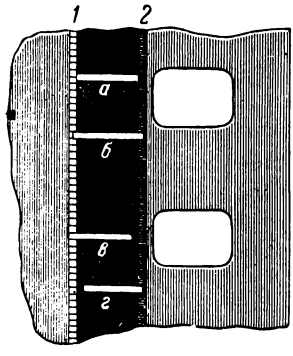


Рис. 366. Фонограмма контрольного фильма «Маяк»
1 — частота 300 герц со стороны изображения; *2* — частота 1100 герц со стороны перфорации; *а* — читающий штрих установлен правильно; *б* — разрегулированы детали фильмопротяжного тракта — фонограмма перемещается то в одну, то в другую сторону; *в* — световой штрих смещен в сторону изображения; *г* — световой штрих смещен в сторону перфорации

Если тубус точно установлен по фонограмме, световой штрих упадет на затемненную дорожку, и никакого звука во время движения фильма не будет слышно (рис. 366, *а*).

Если детали фильмопротяжного тракта разрегулированы, фонограмма смещается то в одну, то в другую сторону и прослушиваются оба тона (рис. 366, *б*).

Если тубус смещен в сторону изображения, световой штрих попадет на частоту 300 герц (рис. 366, *в*) и в громкоговорителе будет прослушиваться соответствующий тон.

Если тубус смещен в сторону перфорации, будет слышен тон 1100 герц (рис. 366, *г*). Установив тубус так, чтобы звук не прослушивался, его закрепляют винтом.

В случае отсутствия контрольного фильма или кольца с записью «Маяк» установка светового штриха может производиться на глаз: в проектор заряжается фильм с четкой фонограммой; вращением кольца тубуса *3* производится фокусировка микрообъектива, т. е. устанавливается резкое изображение светового штриха на пленке.

Перемещением тубуса в нужном направлении расположить световой штрих посредине фонограммы между перфорацией и границей кадра.

Регулировка оптики на слух посредством фонограммы с записью частоты 6000 герц производится следующим образом.

В проектор заряжается контрольный фильм (или кольцо) с фонограммой, на которой записана частота 6000 герц; на место ставится проверенный фотоэлемент и включается усилитель с громкоговорителем. Кинопроектор пускается в ход.

Во время движения фильма производится фокусировка светового штриха вращением кольца микрообъектива *3* (см. рис. 365).

Наилучшей фокусировке светового штриха соответствует наибольшая громкость звука, воспроизводимая громкоговорителем с фонограммы. Установочное кольцо микрообъектива *3*, будучи установлено в соответствующем положении, закрепляется стопорным винтом.

Той же фонограммой с записью 6000 герц регулируется наклон светового штриха.

После того как тубус установлен и закреплен, фокусировка светового штриха осуществлена и кольцо микрообъектива закреплено, отжимается слегка винт *5* (см. рис. 365); проектор с фильмом (или кольцом), на котором записана частота 6000 герц, пускается в ход. Плавно поворачивая головку винта *5*, на котором закреплена оправа конденсора с механической щелью, наблюдают за изменением громкости; конденсор устанавливается в положение наибольшей громкости, после чего винт *5* зажимается до отказа.

Если оптика отрегулирована правильно, медленное от руки протягивание фильма с фонограммой мимо светового штриха воспроизводится громкоговорителем в виде громкого и чистого звука.

Окончательная фокусировка и регулировка наклона оптической щели производится контрольным фильмом с частотой 9000 герц.

Наилучшей регулировки можно добиться посредством электроизмерительного контрольного прибора, включенного в телефонные гнезда усилителя. Для этой цели может быть использован купроксный вольтметр до 1,5 вольта или тепловой амперметр до 1 ампера, включенный параллельно звуковой катушке динамика.

Наибольшая громкость (при регулировке на слух) или наибольшее показание прибора характеризуют наилучшую фокусировку и отсутствие наклона щели.

Регулировку оптики посредством измерительного прибора производят (при нормальной скорости проектора) кольцом контрольного фильма длиной 72 кадра.

При регулировке на слух достаточно иметь отрезок контрольного фильма длиной 7—8 кадров с приклеенными концовками. В этом случае фильм закладывают через фрикционный ролик, звуковой барабан и первую пару направляющих роликов в звуковой части.

Такой отрезок контрольного фильма дает возможность отъюстировать звуковую оптику и проверить качество воспроизведения звука.

Неисправности звукового блока

Отсутствие звука. Звуковая лампа не горит. — Сменить или проверить проводку и контакты.

Цепь от усилителя к фотоэлементу неисправна. — Усилитель не работает.

Повреждение бронированного шланга. — Вынуть вилку бронированного шланга из проектора, шланг держать в одной руке и пальцем свободной руки коснуться штырька вилки, соединенной с сеткой лампы фотокаскада. Если шланг исправен, в громкоговорителе будет слышен резкий звук.

Обрыв провода к фотоэлементу внутри проектора. — Вынуть фотоэлемент, коснуться верхнего гнезда: резкий звук в громкоговорителе указывает на исправность в соединении. В случае отрицательного результата восстановить соединение.

Фотоэлемент неисправен. — Неисправность фотоэлемента определяется сравнением: в проектор надо поставить другой, проверенный фотоэлемент.

Недостаточная громкость звука. Колба звуковой лампы почернела. — Сменить.

Фотоэлемент испорчен. Потеря чувствительности фотоэлементом. — Сравнить с другими; если нужно, заменить.

Оптика неисправна. Микрообъектив загрязнен.— Вычистить.

Линза фотоэлемента загрязнена. — Вычистить.

Линза фотоэлемента неправильно установлена. — Установить так, чтобы свет попадал на фотоэлемент.

Посторонние шумы при звуковоспроизведении

Сильный фон переменного тока. Плохие контакты между броней шланга и корпусом усилителя или броней фотоэлемента. — Улучшить контакты в колодках между штырьками и гнездами.

Громкие сухие трески, переходящие в свист. Разряд фотоэлемента. — Сменить.

Сильные трески в громкоговорителе. Неплотные контакты в бронированном шланге, соединяющем фотоэлемент с усилителем, или в соединительных проводах между колодкой и панелью фотоэлемента. — Осмотреть, исправить.

Слышна частота 96 герц. Кроме воспроизводимого звука, слышен посторонний равномерный гул, шум перфорации. Оптическая щель смещена и попадает на перфорацию. — Выставить оптику.

Искажения звука. Женский голос звучит с хрипом, звуки скрипки и флейты прослушиваются с завываниями (звук «плавает»):

а) не вращается или заедает стабилизатор; фильм двигается неравномерно. — Разобрать, прочистить, смазать и собрать стабилизатор;

б) фрикционный ролик не вращается или заедает. — Разобрать, прочистить, смазать и собрать.

Высокие частоты не воспроизводятся. Общая неотчетливость речи. Оптическая щель не в фокусе или не горизонтальна. — Произвести юстировку оптики.

Электрооборудование

Электродвигатель (электромотор) кинопроектора, проекционная и звуковая лампы питаются переменным током 110 вольт, 50 пер/сек.

Ток от источника — электросети или передвижной электростанции — подводится к панели, от которой ведется распределение к отдельным токоприемникам проектора.

На рис. 367 показана электрическая схема проектора К-25.

На панели *1* имеются гнезда для включения элементов киноустановки: а) проекционной лампы; б) лампы освещения зрительного зала; в) усилителя; г) рабочей лампы.

Внизу панели проектора имеются утопленные штырьки с обозначением ~ 110 V, на которые надевается колодка. Через колодку проектор включается в электрическую сеть.

Коммутация электрического тока в проекторе. Электрические устройства кинопроектора включаются и выключаются посредством переключателя *2*.

Через переключатель ток подается в электромотор, проекционную лампу и лампу освещения зрительного зала. Подключенный к панели через штепсельные гнезда усилитель и внутреннее ответвление для питания трансформатора звуковой лампы не выключаются. В течение всего времени нахождения кинопроектора под током звуковая лампа, как и усилитель, остаются включенными.

Переключатель имеет четыре фиксированных положения (*I*—*IV*), при которых в определенной последовательности и сочетании включаются и выключаются отдельные элементы кинопроектора.

Первое положение — ручка переключателя направлена стрелкой вверх на надпись «зал».

Мотор и проекционная лампа выключены, горит лампа освещения зрительного зала (см. рис. 367-*I*); это момент подготовки к началу сеанса или перерыва для зарядки следующей части фильма.

Второе положение — ручка переключателя повернута вправо под углом 90° и направлена стрелкой на надпись «мотор».

Проекционная лампа выключена, включены мотор проектора и лампа освещения зрительного зала; это — момент, когда проектор начал работать и набирает нормальные обороты после пуска. В проекторе в это время проходит начальный ракорд фильма, не подлежащий показу на экране.

Третье положение — ручка переключателя повернута вниз и направлена стрелкой на надпись «проекция».

Лампа освещения зрительного зала выключена, работает мотор и включена проекционная лампа; это — момент демонстрирования фильма на экране.

Четвертое положение — ручка переключателя повернута вправо на 90° и находится в горизонтальном положении; стрелка направлена на вторую надпись «мотор».

Проекционная лампа выключена, работает мотор и включено освещение зрительного зала; это — момент, когда часть фильма заканчивается, в проекторе проходит конец фонограммы без изображения и конечный ракорд.

Следующим поворотом вправо на 90° ручка переключателя становится вертикально; стрелка направлена на надпись «зал», т. е. переключатель снова вернулся в первое положение.

Мотор и проекционная лампа выключаются, а освещение зрительного зала включается.

Такая система включения электрических устройств кинопроектора обеспечивает пожарную безопасность и сохранность усилительного устрой-

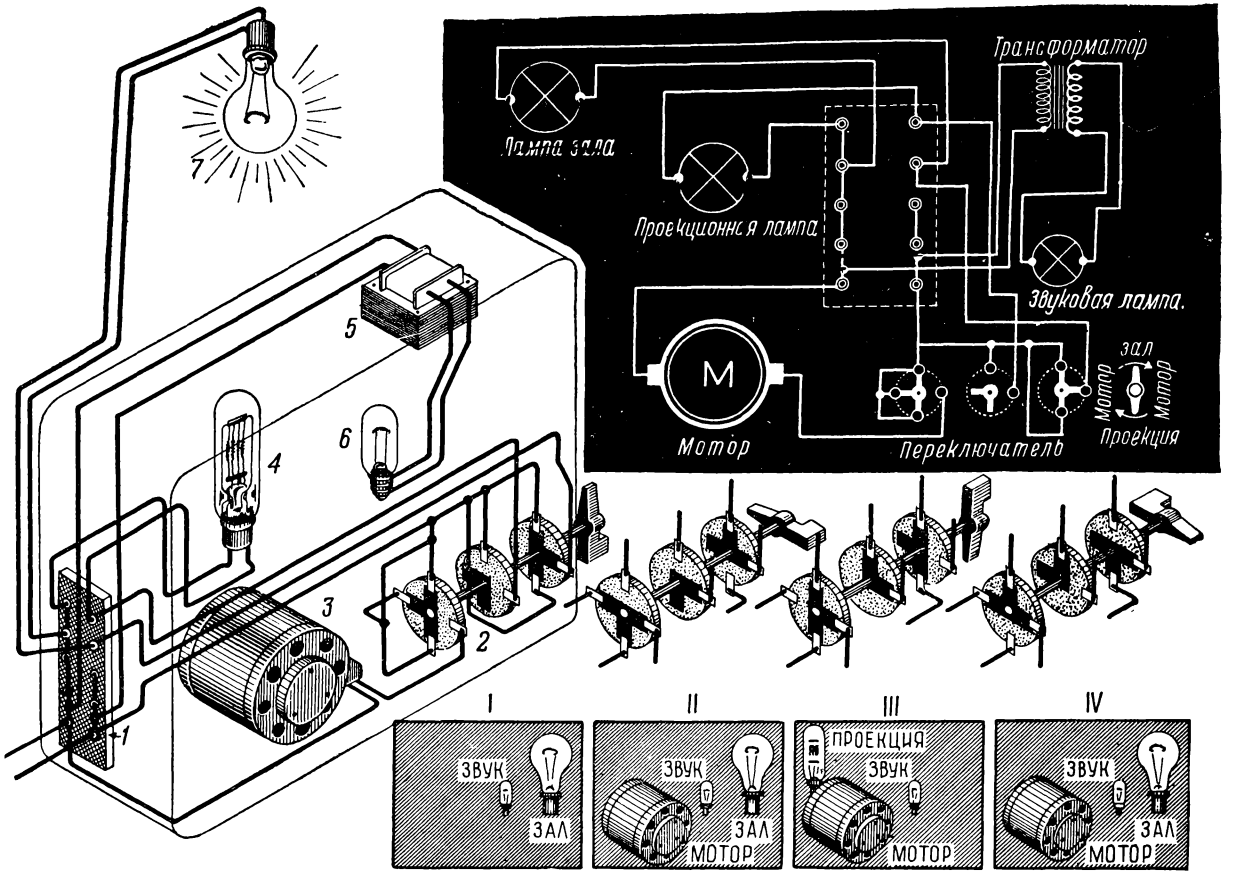


Рис. 367. Электрическая схема кинопроектора К-25

1 — панель распределения электрического тока; *2* — переключатель; *3* — электромотор; *4* — проекционная лампа; *5* — понижающий трансформатор со 110 на 5 вольт; *6* — звуковая лампа; *7* — лампа освещения зрительного зала

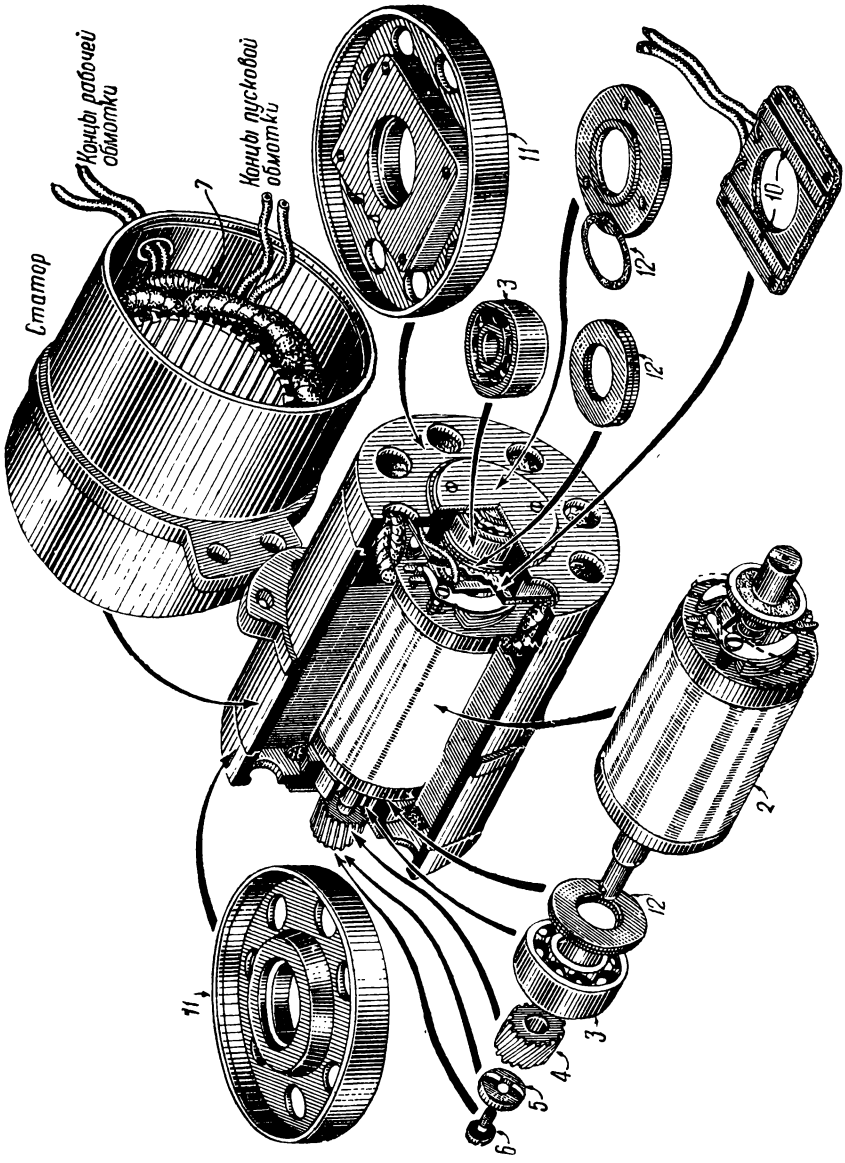


Рис. 368. Устройство электромотора ДО-50 кинопроектора К-35

1 — статор электромотора; *2* — ротор электромотора; *3, 3* — шарикоподшипники; *4* —шестерня мотора; *5* — торцовая шайба; *6* — торцевой винт; *7* — обмотка статора; *8* — концы рабочей обмотки статора; *9* — концы пусковой обмотки; *10* — контактные пластинки включения пусковой обмотки; *11, 11* — крышки электромотора; *12* — шайбы и прокладки

ства. Кинофильм легко воспламеняется, если он по какой-либо причине дольше обычного задержится под световыми лучами в кадровом окне. Условия пожарной безопасности требуют создания такого положения, при котором исключалась бы возможность горения проекционной лампы при неработающем моторе.

Система коммутации проектора предусматривает такое положение: при выключенном моторе включить проекционную лампу невозможно.

Для питания усилительного устройства необходимо напряжение электрического тока 110 вольт. Повышение этого напряжения вредно отражается на электронных лампах и других деталях усилителя, резко сокращая срок их службы.

Если киноустановка питается от передвижной электростанции, в момент выключения проекционной лампы облегченный двигатель развивает увеличенное количество оборотов, вследствие чего напряжение, подаваемое на усилитель, резко возрастает. Чтобы избежать колебания в нагрузке, для освещения зрительного зала включается лампа, одинаковая по мощности с проекционной лампой, причем в момент включения проекционной лампы выключается лампа зала, и наоборот. Такая система дает возможность обеспечить постоянство нагрузки электростанции и тем самым предупредить колебания напряжения.

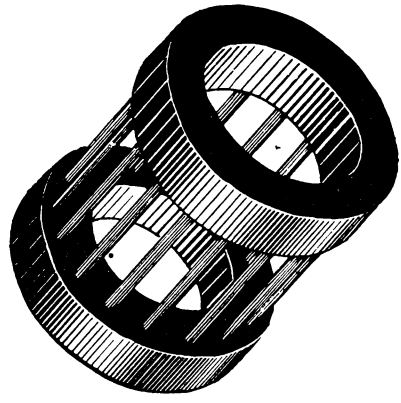


Рис. 369. Беличье колесо — ряд стержней, соединенных кольцами — обмотка ротора асинхронного электромотора, взятая отдельно без железа

Устройство, наличие которого обеспечивает автоматически определенную последовательность действий для достижения безопасности обслуживания и бесперебойности в работе, называется автоблокировкой.

Электродвигатель (электромотор). Кинопроектор К-25 приводится в действие от асинхронного однофазного электромотора типа ДО-50, имеющего следующие данные:

Число оборотов в минуту	1 425
Мощность, отдаваемая на валу	50 *вт*
Коэфициент полезного действия (к. п. д.)	40%
Потребляемая мощность	125 *вт*

Асинхронный электромотор состоит из двух основных частей: подвижной части — вращающейся, называемой ротором, и неподвижной, являющейся составной частью корпуса мотора, — статором.

Как видно из рис. 368, электрическая обмотка имеется только в статоре. Ротор представляет собой ряд толстых медных не изолированных прутьев, скрепленных у концов общими кольцами. Такой ротор называется короткозамкнутым, или ротором в виде беличьего колеса (рис. 369).

На схеме рис. 370 показано расположение обмоток в статоре электромотора, создающих не обычное магнитное поле, а вращающееся.

Так как ротор является замкнутым проводником, в нем при вращении в магнитном поле индуктируется электрический ток; взаимодействуя с магнитным полем статора, в роторе создается вращающий момент, направленный в сторону вращения поля. Следовательно, для вращения ротора

нужно создать вращающееся магнитное поле. Однако в момент включения однофазного асинхронного мотора в цепь вращающееся магнитное поле отсутствует и поэтому исключается возможность вращения ротора.

Для создания вращающегося магнитного поля в момент пуска мотора на статоре имеется особая пусковая обмотка, которая автоматически выключается после приведения ротора в движение. Пусковая обмотка рассчитана на кратковременную нагрузку; если она во-время не будет выключена, обмотка перегорит и потребуется смена пусковой обмотки статора мотора.

Для выключения пусковой обмотки применяется центробежный автоматический выключатель (рис. 371), укрепленный на валу ротора. В момент

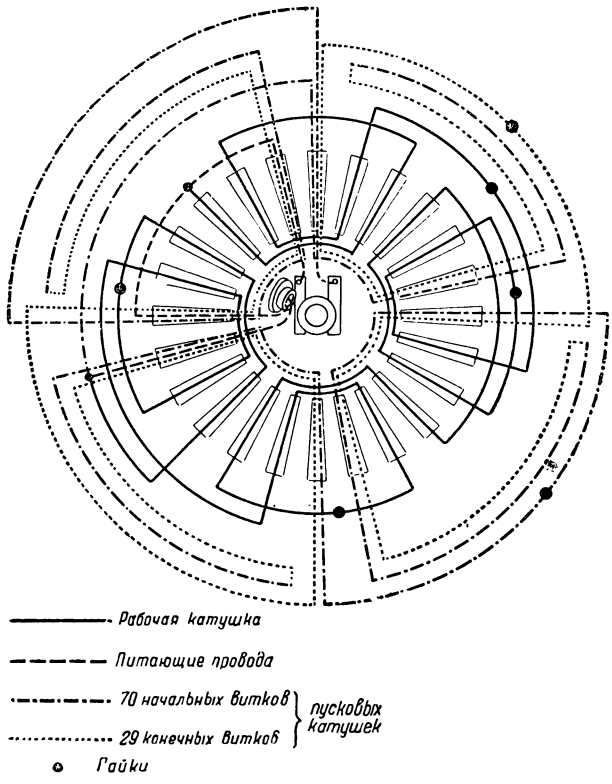


Рис. 370. Схема обмотки статора электромотора ДО-50

включения мотора ток поступает в рабочую обмотку и в один конец пусковой обмотки непосредственно от сети; другой конец пусковой обмотки включается через контакты *1*, *1*, которые замыкаются кольцом *5* в момент бездействия мотора. Когда в мотор поступает ток, пусковая обмотка оказывается включенной и ротор начинает вращаться.

По мере увеличения числа оборотов ротора кулачки *2*, *2*, укрепленные шарнирно на валу ротора, начинают под влиянием центробежной силы расходиться и посредством подвижной скобы *3* оттягивают контактное кольцо *5* внутрь; контакты пусковой обмотки автоматически размыкаются.

Когда мотор выключается и ротор перестает вращаться, кулачки под действием пружин *7* сходятся и пружины подвижной скобы *4* отжимают

кольцо на контакты, т. е. возвращаются в исходное положение и включают пусковую обмотку. Если мотор не работает из-за обрыва соединительных проводников, нужно проверить и соединить проводку, руководствуясь схемой (см. рис. 370).

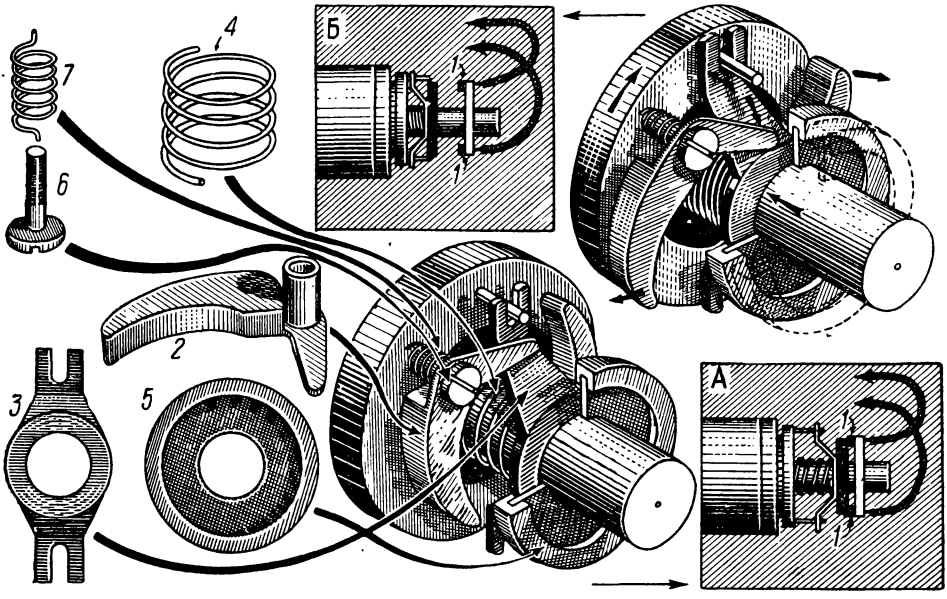


Рис. 371. Действие центробежного выключателя пусковой обмотки статора в электромоторе ОД-50

А—пусковая обмотка включена во время бездействия электромотора; *Б*—пусковая обмотка выключена при вращении ротора электромотора; *1*, *1*—контакты пусковой обмотки; *2* — кулачок; *3* — подвижная скоба; *4* — пружина подвижной скобы; *5* — контактное кольцо; *6* — винт; *7* — пружина шарнирного крепления кулачка

Обрыв в обмотке мотора можно исправить только в киноремонтной мастерской. Разбирать мотор без крайней необходимости киномеханикам не рекомендуется.

Питание звуковой лампы. Звуковая или лампа просвечивания рассчитана на напряжение в 5 вольт 35 ватт. Для понижения напряжения со 110 вольт на 5 вольт в отсеке механизма передач установлен понижающий трансформатор (рис. 372). Первичная обмотка получает питание непосредственно от щитка распределительной панели проектора; от вторичной обмотки ток подается непосредственно в патрон лампы.

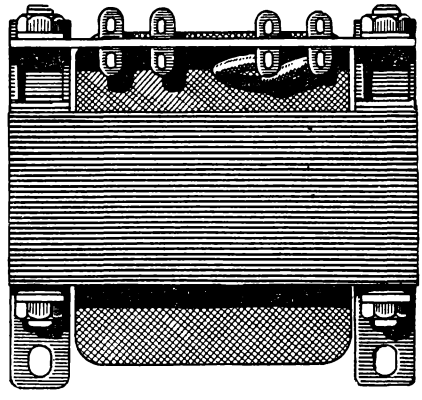


Рис. 372. Понижающий трансформатор со 110 на 5 вольт для питания звуковой лампы проектора

Все провода, подведенные к переключателю, собраны в один жгут, имеют общую кембриковую изоляцию и привинчиваются к основанию скобками в отсеке фильмопротяжного тракта.

Глава 33

МОДИФИКАЦИИ (ВИДОИЗМЕНЕНИЯ) КИНОПРОЕКТОРА К-25

Особенности кинопроектора К-35

Передвижной кинопроектор К-35 (рис. 373), выпускаемый Беловским заводом Кинап, принципиально мало отличается от аппарата К-25. Лентопротяжный тракт, механизм передач, светооптическая система и электрооборудование в основном повторяют конструкцию К-25.

В аппарате К-35 усовершенствованы следующие узлы и детали:

а) В звуковом блоке вал стабилизатора вращается не в бронзовых втулках, а в шарикоподшипниках. Увеличен вес маховика стабилизатора. Фрикционный ролик заменен роликом, имеющим фетровый барабан в месте соприкосновения с фильмом на звуковом барабане. Ролик с фетровым барабаном прижимается пружиной к звуковому барабану. Нижний направляющий ролик вращается на оси, укрепленной на пружинящем рычаге, благодаря чему регулируется постоянство натяжения фильма на звуковом барабане и между роликом, 32-зубцовым барабаном и наматывателем. Все эти изменения обеспечивают улучшение качества звуковоспроизведения, так как увеличивается степень равномерности движения фонограммы мимо читающего штриха.

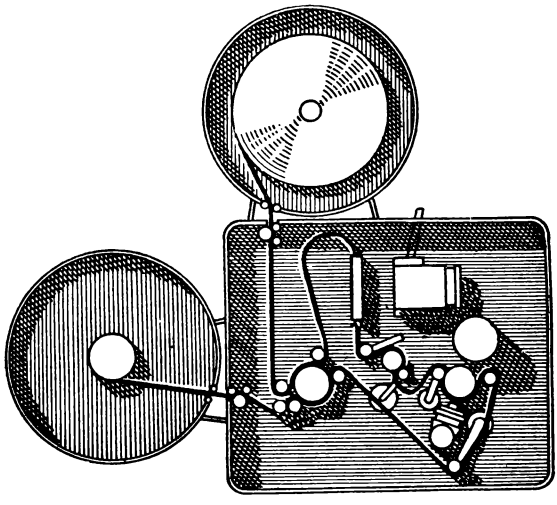


Рис. 373. Кинопроектор К-35

б) Ролики кассет заменены гасящими роликами, которые, прижимаясь к фильму, силой своего веса предотвращают доступ пламени в кассету в случае возгорания фильма, что способствует повышению пожарной безопасности.

в) Отсутствует защитное стекло в передней части кинопроектора, через которое свет направляется на экран; в нерабочем положении отверстие закрывается изнутри заслонкой. Это мероприятие способствует некоторому повышению светоотдачи проектора, так как стекло, установленное на пути лучей, поглощает часть света.

г) Корпус проектора не литой, как в К-25, а штампованный из листовой стали, с ребрами жесткости.

д) В отсеке лентопротяжного тракта на плато установлена лампочка рабочего освещения для зарядки фильма в проектор, включаемая одновременно с выключением мотора проектора.

е) Изменена конструкция крепления маховика на валу эксцентрика: вместо винта с торцевой шайбой применена разрезная гайка, навинтованная на нарезанный конец вала эксцентрика.

ж) Изменена конструкция фиксирования крышек в закрытом положении: вместо плоских пружин применяются замки из проволоки, укрепленные посредине верхней части корпуса проектора.

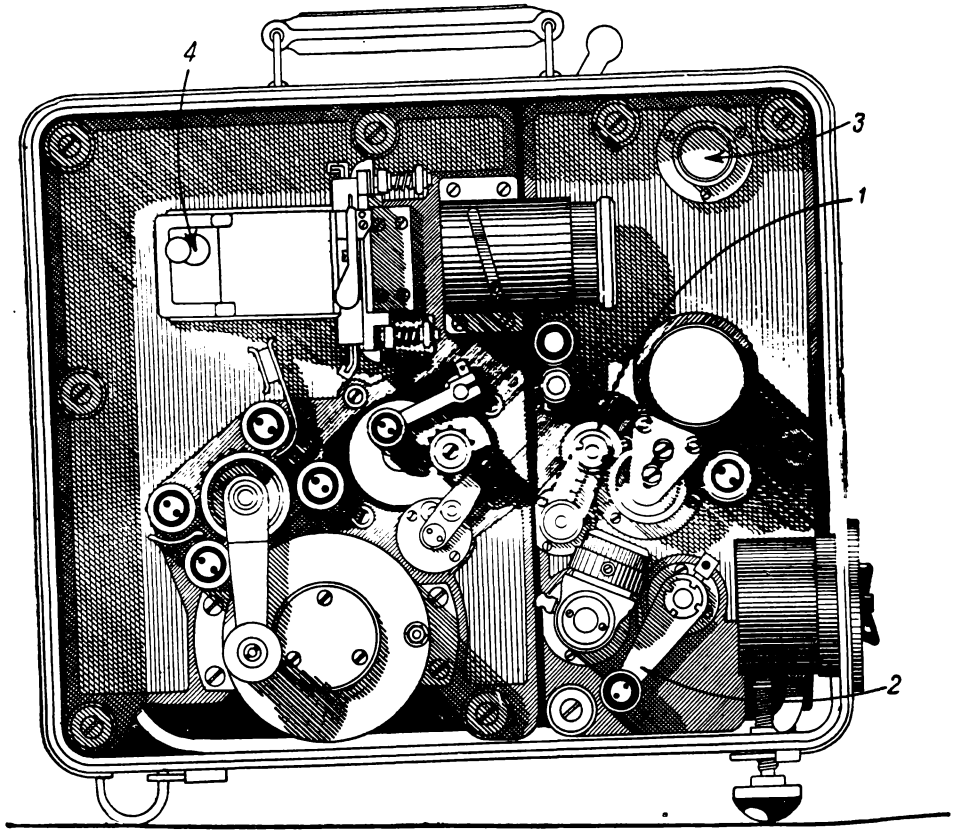


Рис. 374. Кинопроектор К-101
1 — фетровый ролик; *2* — направляющий ролик на пружинном рычаге; *3* — лампа рабочего освещения проектора; *4* — крепление оправы отражающего зеркала

з) Переключатель установлен не на передней стенке проектора, а в правом верхнем углу отсека фильмопротяжного тракта. В крышке имеется соответствующее отверстие; в закрытом виде ручка переключателя получается заподлицо с крышкой.

Особенности кинопроектора К-101

Передвижной кинопроектор К-101 (рис. 374), выпускаемый заводом Министерства вооружений, существенно отличается от К-25 светооптической системой.

В проекторе К-101 применяются измененная оптика и особая проекционная лампа, сконструированная инженерами Петровым и Соустиным, дающая возможность увеличить световой поток по сравнению с К-25 в четыре раза при увеличении потребляемой электрической мощности лампы с 300 до 400 ватт.

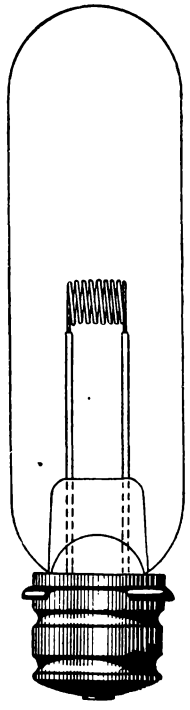


Рис. 375. Проекционная лампа кинопроектора К-101 — 30 вольт 400 ватт конструкции инженеров Петрова и Соустина

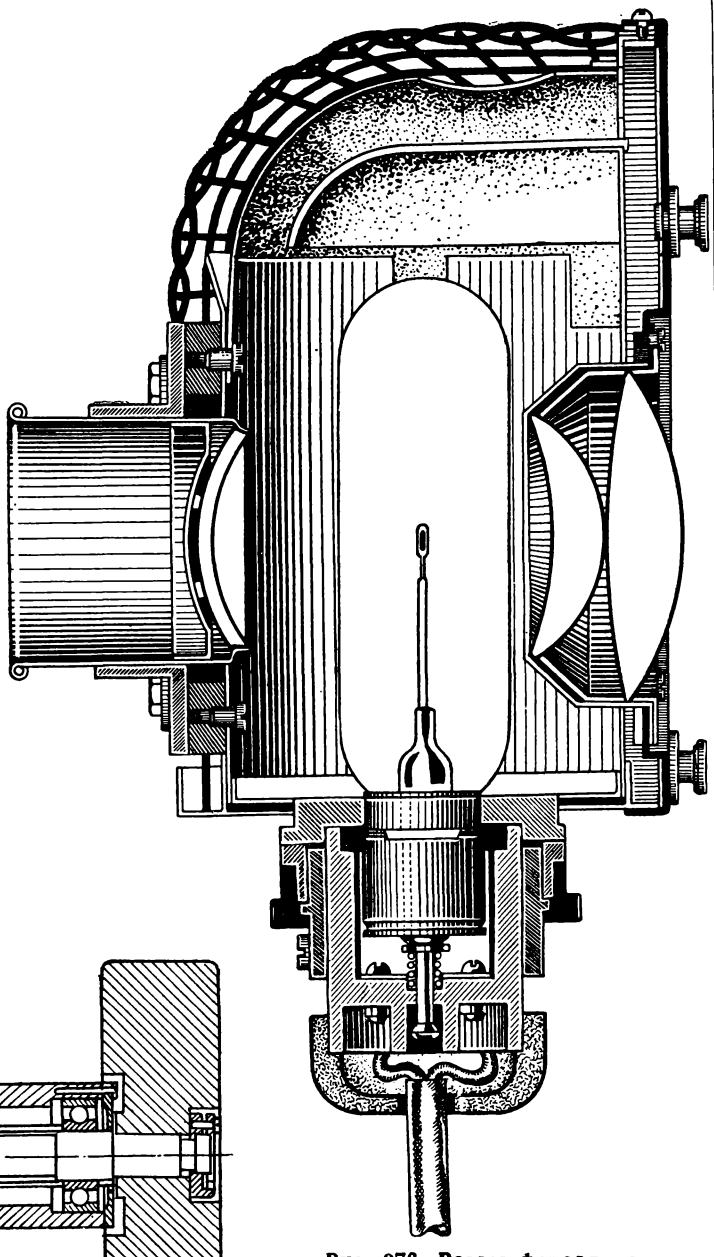


Рис. 376. Разрез фонаря кинопроектора К-101

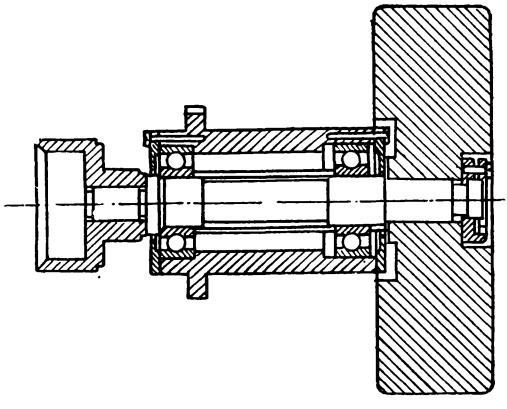


Рис. 377. Стабилизатор скорости кинопроектора К-101

Проекционная лампа аппарата К-101 рассчитана на напряжение 30 вольт (рис. 375).

В отличие от лампы проектора К-25 (110 вольт 300 ватт), в которой тело накала представляет собой ряд спиралей, разделенных промежутками, тело накала лампы проектора К-101 (30 вольт 400 ватт) представляет собой одну плоскую спираль из толстой проволоки. Толстая нить обладает большой тепловой инерцией, благодаря чему колебания переменного тока в этой лампе менее заметны. Телу накала лампы придана форма прямоугольника размером 6×9 *мм*, геометрически подобная форме кадрового окна проектора. Такая форма тела накала проекционной лампы

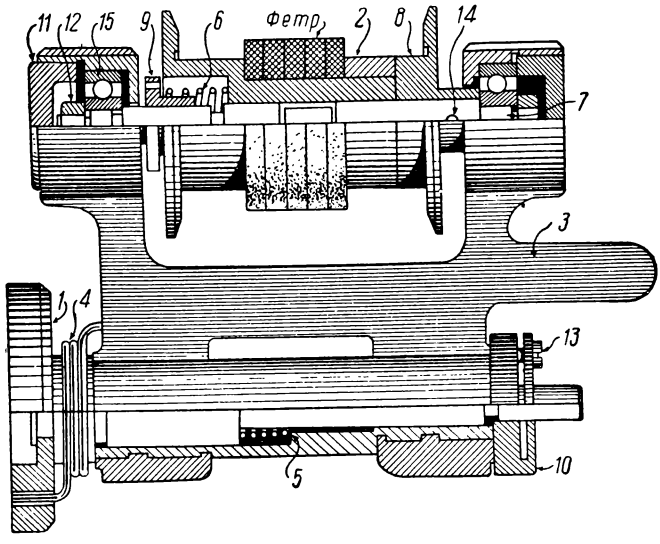


Рис. 378. Фетровый ролик кинопроектора К-101

1 — основание с осью держателя ролика; *2* — втулка с фетровыми кольцами; *3* — держатель ролика; *4* — пружина прижима ролика к звуковому барабану; *5* — пружина оси держателя ролика; *6* — пружина ролика; *7* — ось ролика; *8* — фланец ролика; *9* — гайка пружины ролика; *10* — гайка крепления держателя на оси; *11* — гайка корпуса оси ролика; *12* — гайка оси ролика; *13* — стопорный винт; *14* — штифт оси ролика; *15* — шарикоподшипник оси ролика.

обеспечивает наилучшее заполнение светом кадрового окна при минимальных потерях света, в связи с чем световой поток проектора возрастает почти в четыре раза.

В целях повышения световой мощности проектора линзы конденсора подверглись некоторому изменению: вместо линз конденсора и рефлектора проектора К-25 из того же стекла изготовляются линзы и рефлектор такого же диаметра с несколько измененными радиусами кривизны (рис. 376).

Наряду с увеличением светового потока применение лампы 30 вольт 400 ватт вызывает соответственное увеличение температуры в кадровом окне. Во избежание повышенной опасности воспламенения фильма отражающее плоское зеркало, стоящее перед кадровым окном, изготовляется из особого сорта стекла (ИК-6 или ИК-7), представляющего собой теплофильтр, поглощающий значительную часть тепловых (инфракрасных) лучей.

Чтобы не допустить установки в проекторе К-101 опасного в пожарном отношении обыкновенного плоского зеркала, применяемого в проекторе

К-25 и К-35, форма, размеры оправы зеркала-фильтра и способ крепления в К-101 несколько видоизменены, так что использовать обычное отражающее зеркало от проектора К-25 в К-101 не представляется возможным: отверстие оправы зеркала, посредством которого она крепится к аппарату, смещено от середины кверху, чтобы нельзя было использовать оправу проектора К-25.

В кинопроекторе К-101, как и в К-35, несколько изменен звуковой блок: вал стабилизатора вращается в шарикоподшипниках (рис. 377), а фрикционный ролик заменен роликом с фетром (рис. 378); нижний направляющий ролик установлен на пружинном рычаге; в отсеке фильмопротяжного тракта установлена рабочая лампа.

Особенности кинопроектора GTW (Цейс)

Передвижной кинопроектор GTW (рис. 379) принципиально является копией кинопроектора К-25 со следующими малосущественными изменениями:

а) Предусмотрен специальный выключатель для выключения звуковой лампы.

б) Защитное стекло может откидываться на петлях книзу.

в) В комплекте кинопередвижки предусмотрено три объектива с $F = 90$, 120 и 140 *мм*. Так как объективы с $F = 120$ и 140 *мм* длиннее обычного объектива с $F = 90$ *мм*, установка их производится через отверстие защитного стекла.

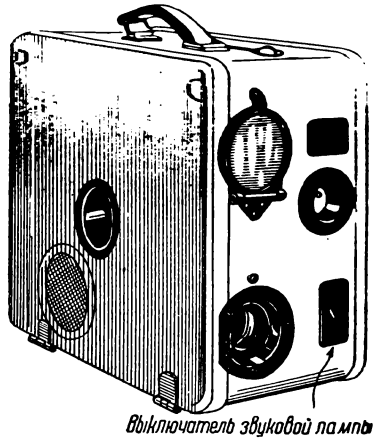


Рис. 379. Кинопроектор «GTW»

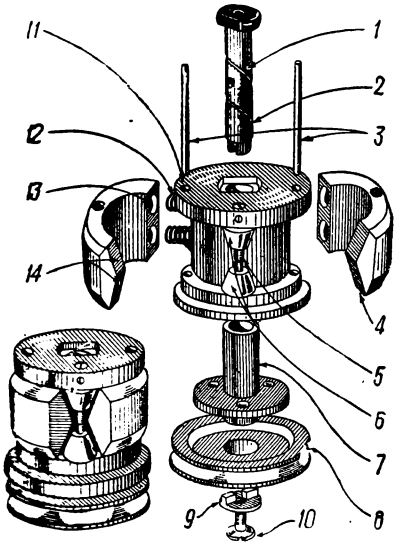


Рис. 380. Фрикцион наматывателя кинопроектора GTW

1 — ось наматывателя; *2* — спиральная смазочная канавка оси; *3* — оси фрикционных полуколец; *4* — фрикционное полукольцо; *5* — правая и левая резьба регулятора фрикциона; *6* — конус фрикциона; *7* — втулка; *8* — шкив наматывателя; *9* — торцовая шайба; *10* — торцовый винт; *11* — отверстие оси фрикционного полукольца; *12* — сердечник наматывателя с пружиной фрикциона; *13* — фрикционное полукольцо; *14* — направляющие регулирования фрикции

Просветленная оптика обеспечивает на экране изображение, отличающееся ясностью и резкостью, хотя освещенность недостаточная вследствие применения обычной лампы «Биплан» 110 вольт 300 ватт и оптики К-25.

г) В левом отсеке (лентопротяжного тракта) установлена лампа рабочего освещения со щитком для защиты глаз.

Часть проекторов GTW выпущена с литыми силлуминовыми кассетами и дисками наматывателя, а также улучшенной конструкцией фрикциона наматывателя. Новый фрикцион представляет собой две половины круглого сердечника наматывателя, разжимаемые двумя пружинками. Внутри отверстия диска наматывателя под действием пружин обе половины сердечника разжимаются и создается надежное сцепление сердечника с диском. Фрикция регулируется при помощи двух конусов, раздвигаемых винтом (рис. 380).

Кинопроекторы GTW выпускаются со специальными открывающимися фильмовыми каналами у щелей кассет, повышающими пожарную безопасность (рис. 381).

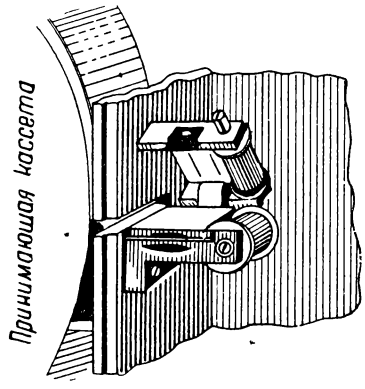


Рис. 381. Фильмовый канал кассет кинопроектора GTW

В остальном существенных отклонений от проектора К-25 нет.

Выпущенные в период военного времени кинопроекторы К-27, К-28, К-29 и К-31 имеют отклонения от проектора К-25 непринципиального характера (применение заменителей и упрощенная технология производства некоторых деталей).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных узлов состоит передвижной кинопроектор и их назначение?
2. Какие детали входят в фильмопротяжный тракт и какие функции они выполняют?
3. В какой последовательности заряжается фильм в проектор?
4. Какие детали входят в механизм передач и как они взаимодействуют?
5. Как регулируется обтюратор?
6. Из каких элементов состоит светооптическая система кинопроектора К-25?
7. Как отрегулировать проекционную лампу?
8. Какова зависимость между шириной экрана, расстоянием от объектива до экрана, фокусным расстоянием объектива и шириной кадрового окна проектора и как вычислить одну из названных величин, если известны три другие?
9. Что такое освещенность и яркость экрана, в каких единицах она измеряется и как определяется освещенность и яркость экрана?
10. Как воспроизводится звук с фонограммы фильма и как устроена звуковая оптика проектора?
11. Как регулируется звукооптическая система?
12. Из каких элементов состоит электрооборудование кинопроектора и как происходит коммутация электрического тока?
13. Чем отличаются от К-25 кинопроекторы К-35, К-101 и GTW?

ЧАСТЬ VI

УСИЛИТЕЛЬ

Глава 34

КАТОДНАЯ ЛАМПА

Работая над усовершенствованием изобретенной русским инженером Лодыгиным электрической лампочки накаливания, Эдисон исследовал однажды такой ее образец, в котором кроме нити накаливания был впаян добавочный изолированный электрод, состоящий из платиновой пластинки с выведенным наружу контактом.

Когда лампочка горела и между электродом и одним концом нити лампочки включали гальванометр (рис. 382), последний показывал наличие тока, несмотря на то, что между электродом и нитью лампы не было никакого соединения. Если гальванометр включался к положительному полюсу, ток во много раз увеличивался, а также возрастал по мере увеличения накала нити. Оказалось, что из металла или угля нити лампы, накалившейся до высокой температуры, в громадном количестве вылетают мельчайшие частицы отрицательного электричества — э л е к т р о н ы.

Электроны замыкают электрическую цепь между нитью лампы и впаянным электродом через вакуум, т. е. через пространство, из которого выкачан воздух. Это явление носит название эффекта Эдисона.

На рис. 383 показана простейшая электронная лампа: в ее стеклянный баллон, из которого выкачан воздух, впаяны нить накала K и пластинка A. Нить накала называется к а т о д о м лампы. Назначение катода — излучать электроны. Пластинка A называется а н о д о м лампы, *Бн* — батарея накала, *Ба* — батарея анода. Стрелками показано направление движения электронов.

Если накаленную нить-катод присоединить к отрицательному полюсу электрической батареи, а пластинку-анод присоединить к положительному полюсу, электрическая цепь между нитью и пластинкой окажется замкнутой. Замыкание цепи произойдет потому, что вылетающие из раскаленной нити электроны, будучи отрицательными зарядами, отталкиваются от раскаленной нити (катода), присоединенной к отрицательному полюсу батареи, и притягиваются к пластинке (аноду), присоединенной к положительному полюсу. (Одноименно заряженные тела отталкиваются, а разноименные притягиваются.)

Чтобы нить излучала электроны, ее нужно посредством батареи накала (*Бн*) непрерывно держать в накаленном состоянии. Количество излучаемых

электронов зависит от степени накала нити: чем больше накал нити, тем больше будет излучаться электронов. Однако нить нельзя накаливать слишком сильно, так как, перекалившись, она может перегореть, лампа выйдет из строя и излучение электронов прекратится.

Каждая лампа рассчитана на определенные величины электронного потока, создаваемого в результате накаливания нити. Поэтому для нити (катода) приходится давать вполне определенный накал.

Как показано на рис. 383, катод излучает электроны. Условимся, что напряжение батареи анода (*Ба*) остается неизменным. Мы можем изменять лишь ток *Бн* — батареи накала — и тем самым менять накал нити. Вылетающие с катода электроны будут притягиваться анодом лампы и создадут в цепи анода ток, который называется а н о д н ы м током.

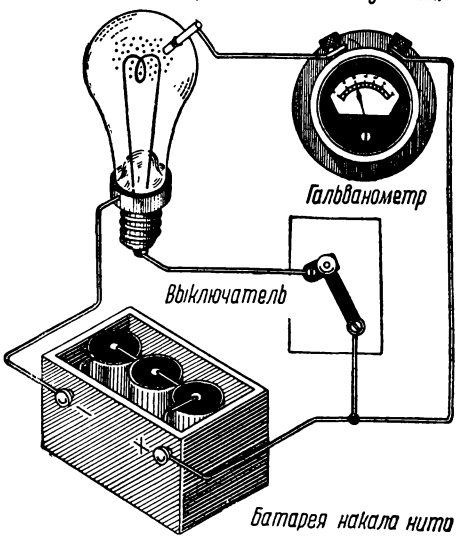


Рис. 382. Эффект Эдисона
Раскаленная нить лампы излучает электроны, замыкающие электрическую цепь между нитью и впаянным электродом

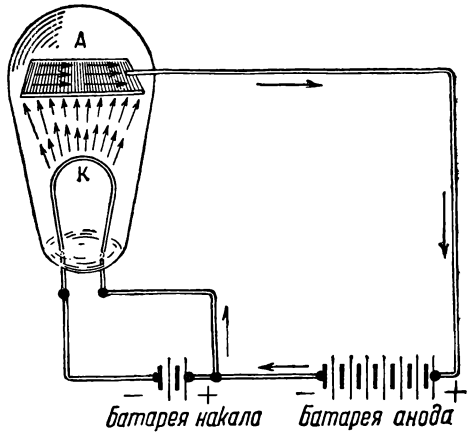


Рис. 383. Простейшая электронная лампа
К — катод — нить накала лампы; *А* — анод; *Бн* — батарея накала; *Ба* — батарея анода

Если катод присоединить к плюсу батареи, а анод к минусу, ток почти прекратится. Вылетающие из нити электроны в этом случае притягиваются обратно, так как они заряжены отрицательно, а нить положительно (разноименно заряженные тела притягиваются). Из ненакаленной нити электроны вылетать не будут, и электрическая цепь на участке между нитью и анодом будет в этом случае разомкнута.

Если при неизменном накале нити увеличивать напряжение, прикладываемое между анодом и катодом, электрический ток будет расти до тех пор, пока все вылетевшие из катода электроны не достигнут анода. С этого момента увеличение напряжения не вызовет дальнейшего роста тока, и наступит так называемый т о к н а с ы щ е н и я.

Величина тока насыщения тем больше, чем выше температура накала нити, так как с увеличением нагрева увеличивается количество вылетающих из нити электронов.

Таким образом мы установили зависимость анодного тока от напряжения накала и от напряжения на аноде. На величину анодного тока влияет также и материал, из которого изготовлен катод.

Различные катоды обладают различной эмиссией, т. е. способностью излучать электроны.

В звуковом кино получили распространение электронные лампы с оксидным катодом, — катодом, покрываемым слоем, состоящим из смеси окислов щелочно-земельных металлов (кальция, бария, стронция и др.).

Оксидный катод не имеет тока насыщения.

Оксидный слой заметно подвержен нагреву, так как обладает большим сопротивлением. От повышения температуры эмиссия увеличивается, а увеличившийся анодный ток вызывает дальнейший перегрев катода; в случае дальнейшего увеличения анодного напряжения катод может перегореть.

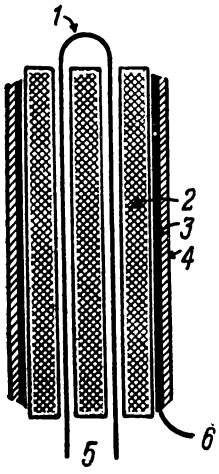


Рис. 384. Катод электронной лампы с подогревом
1 — нить накала; *2* — фарфоровая трубка; *3* — никелевый цилиндрик; *4* — оксидный слой; *5* — выводы накала; *6* — вывод катода

В некоторых электронных лампах применяется подогревный катод.

Если накаливать тонкую нить катода переменным током, степень нагрева будет изменяться в ней соответственно числу периодов переменного тока, в котором, как известно, ток изменяется от нуля до максимума — 100 раз в секунду. Во избежание этого нить катода делается достаточно толстой, чтобы она не успевала остыть во время перемен тока, т. е. обладала тепловой инерцией.

Лучшим решением является конструкция подогревного катода. Фарфоровый цилиндрик (рис. 384) имеет два основных канала, через которые пропущена нить накала. На фарфоровый цилиндрик надет другой никелевый цилиндр с нанесенным активным слоем оксида, являющимся катодом лампы. В излучении электронов нить никакого участия не принимает, а предназначается исключительно для разогревания фарфорового цилиндрика, который в свою очередь разогревает никелевый. Катод электрически совершенно изолирован от цепи накала, вследствие чего тепловая инерция этой конструкции очень высока. Для разогревания лампы с подогревным катодом требуется несколько минут, после чего она начинает нормально работать.

Рассмотренная лампа называется двухэлектродной лампой — диодом или кенотроном.

Выпрямитель кенотронный

Диоды используются как выпрямители переменного тока в постоянный.

В основе использования двухэлектродной лампы как выпрямителя лежит ее важнейшее свойство — односторонняя проводимость, т. е. способность пропускать ток только в одном направлении.

На рис. 385 показана простейшая схема лампового выпрямителя. Как указано на рисунке, трансформатор имеет три обмотки, из которых первая включена в сеть переменного тока, третья накаливает катод лампы, а вторая подает на лампу переменное напряжение. На обмотку ~ подано переменное напряжение от электросети. Вследствие электромагнитной индукции во вторичной обмотке трансформатора также возникает переменное напряжение.

В соответствии с частотой переменного тока точка *a* будет определенное число раз в секунду находиться под положительным напряжением, а точка *b* — под отрицательным, и наоборот. Если точка будет находиться под положительным напряжением, значит и анод электронной лампы будет находиться под положительным напряжением; в результате через лампу пойдет ток. От катода электроны будут двигаться к аноду; попав в обмотку

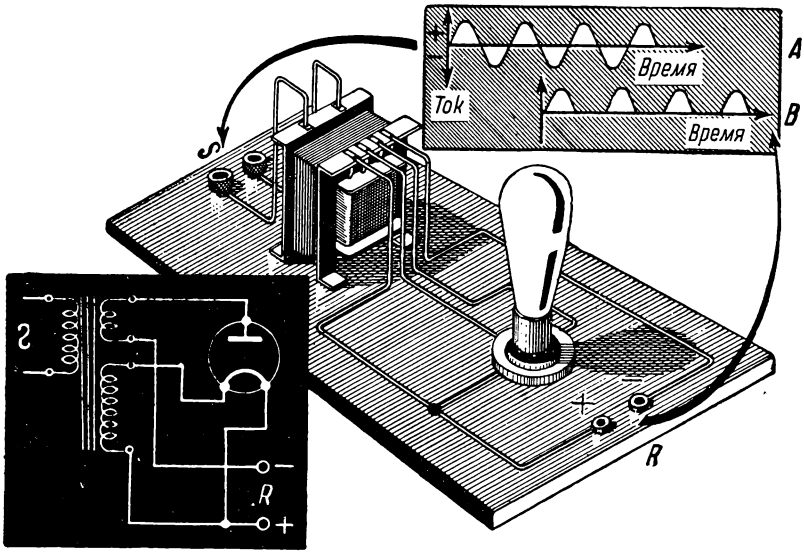


Рис. 385. Схема лампового однополупериодного выпрямителя

I — первичная обмотка, в которую включается подлежащий выпрямлению переменный ток; *II* — обмотка, питающая лампу переменным током; *III* — обмотка накала катода лампы; *R* — нагрузка токоприемника; *A* — характеристика переменного тока, поступающего в выпрямитель; *B* — выпрямленный, пульсирующий постоянный ток

II, они пройдут через нагрузку выпрямителя *R* и снова вернутся в первоначальный пункт — катод.

Как только полярность переменится и в точке *a* будет уже не плюс, а минус, и в точке *b* плюс, ток через лампу прекратится, так как анод окажется под отрицательным напряжением. Следующие изменения полярности вновь вызовут движение электронов и появление тока в лампе. В результате получается напряжение, п у л ь с и р у ю щ е е на клеммах выпрямителя, хотя и постоянное по знаку. Естественно, что и через нагрузку *R* потечет пульсирующий ток, имеющий одно направление.

Такого рода выпрямление переменного тока называется о д н о п о л у п е р и о д н ы м.

На рис. 385 дано графическое изображение переменного тока (синусоида) до выпрямления (кривая *A*) и тока выпрямленного (кривая *B*). По вертикальной оси отложены значения токов, а по горизонтальной — время.

Так как катодная лампа не пропускает тока, если на ее аноде минус, а на катоде плюс, то на кривой *B* образуются провалы в те промежутки времени, когда переменное электрическое напряжение между электродами лампы имеет соответствующие знаки.

Резких провалов тока можно избежать, осуществив выпрямитель по так называемой двухполупериодной схеме.

Чтобы выпрямлять обе половины периода, применяются две лампы или же лампы не с одним, а с двумя анодами: двухполупериодный выпрямитель (рис. 386).

Вторичная (повышающая) обмотка трансформатора имеет три конца: начало — *а*, конец — *с* и вывод от середины обмотки — среднюю точку *в*. Вывод обмотки *а* соединяется с левым анодом кенотрона, а вывод *с* — с правым анодом.

Средняя точка *в* служит минусом выпрямленного тока. В течение одной половины периода переменного тока, когда на конце обмотки *а* плюс, а на конце *с* — минус, будет работать левый анод, так как он окажется заряженным положительно, а правый анод, соединенный с концом *с*, — отрицательно.

Поэтому поток электронов от катода направится в левый анод, в верхнюю половину повышающей обмотки, далее выйдет через среднюю точку *в*, пройдет по нагрузке и возвратится в катод через обмотку накала кенотрона.

Во вторую половину полупериода, когда плюс будет в точке *с*, а минус в точке *а*, положительное напряжение будет на правом аноде.

Поток электронов направится через правый анод в нижнюю половину повышающей обмотки и выйдет через среднюю точку, пройдет через нагрузку и т. д.

Таким образом при двух лампах или двухanодном кенотроне используются оба полупериода переменного тока; независимо от полярности

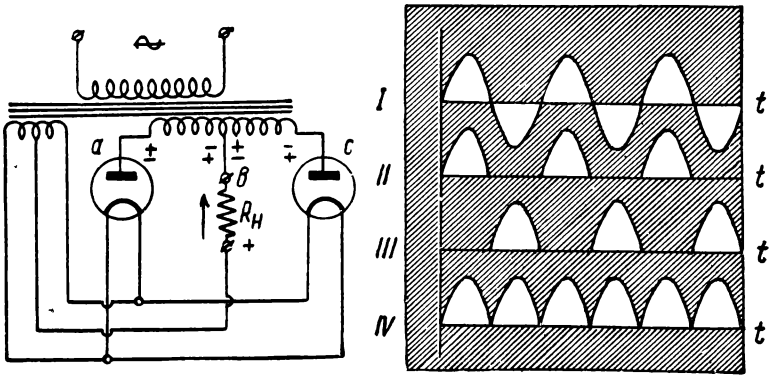


Рис. 386. Схема двухполупериодного выпрямителя

а, *в*, *с* — выводы повышающей обмотки трансформатора; *I* — переменный ток; *II* — выпрямленный пульсирующий ток одного полупериода; *III* — выпрямленный пульсирующий ток другого полупериода; *IV* — выпрямленный ток двухполупериодного выпрямителя

концов *а* и *с* повышающей обмотки ток через среднюю точку *в* течет всегда в одном направлении.

В цепь выпрямителя для сглаживания пульсаций тока включаются специальные электрические устройства, так называемые сглаживающие фильтры, состоящие из дросселей и конденсаторов.

На рис. 387 показан двухполупериодный выпрямитель с фильтром. Сглаживающий фильтр состоит из дросселя и двух конденсаторов. На рис. дано графическое изображение выпрямленного тока, получающегося на

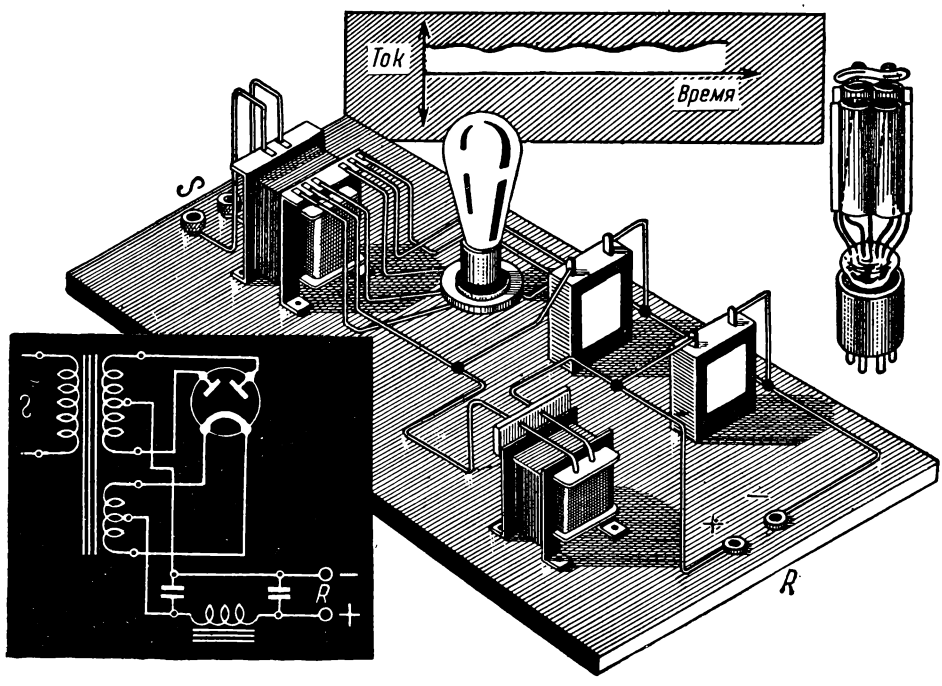


Рис. 387. Схема выпрямителя двухполупериодного с фильтром, состоящим из дросселя и двух конденсаторов

выходе двухполупериодного выпрямителя при наличии фильтра. По сравнению с первоначальной пульсация здесь имеет ничтожную величину, и практически выпрямленный переменный ток приближается к постоянному.

Кенотроны

В усилителях звуковых кинопередвижек применяются кенотроны ВО-116, ВО-188, 5Ц4 и 5Ц4С.

Кенотрон ВО-116 (рис. 388) имеет два отдельных плоских анода, расположенных вертикально. Каждый из анодов имеет самостоятельные нити накала, соединенные параллельно.

Основные данные ВО-116

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	1,7—2,2 *а*
Выпрямленное напряжение	до 400 *в*
Выпрямленный ток	до 130 *ма*

Если требуется выпрямленный ток больше 130 *ма*, можно соединить параллельно два или несколько кенотронов. Кенотрон ВО-116 можно заменить кенотроном ВО-188.

Кенотрон ВО-188 (рис. 389) имеет два отдельных плоских анода, расположенных вертикально. Каждый из анодов имеет самостоятельные нити накала, соединенные параллельно.

Основные данные ВО-188

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	2,1—2,5 *а*
Выпрямленное напряжение	до 500 *в*
Выпрямленный ток	до 150 *ма*
Мощность, рассеиваемая на аноде	до 10 *вт*

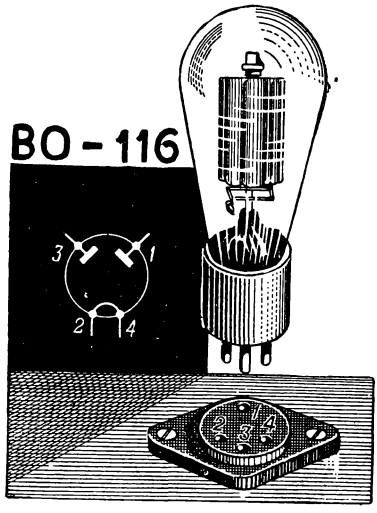


Рис. 388. Кенотрон ВО-116
2, 4 — цепь накала; *3, 1* — аноды

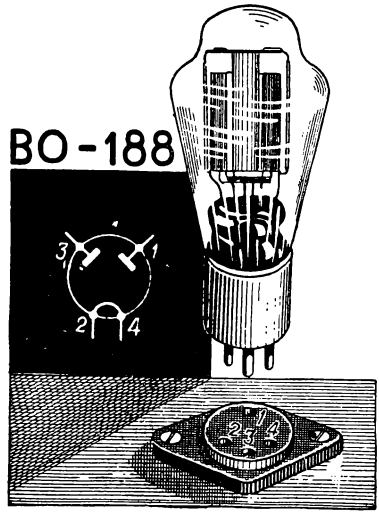


Рис. 389. Кенотрон ВО-188
2, 4 — цепь накала; *3, 1* — аноды

По сравнению с ВО-116 мощность кенотрона ВО-188 несколько больше, но они взаимозаменяемы. Кенотрон ВО-188 применяется в усилителях ПУ-13, ПУ-12.

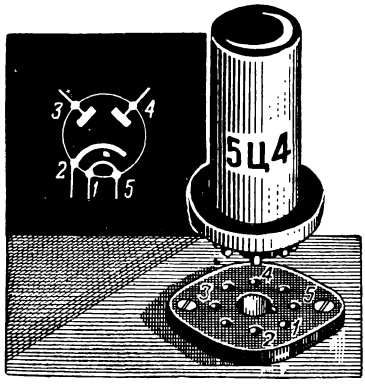


Рис. 390. Кенотрон 5Ц4 (5Ц4С) Металлический двуханодный с подогревными катодами
1 — накал; *3* — анод; *4* — анод; *5* — накал; *2* — катод

Кенотрон 5Ц4 (рис. 390) относится к группе металлических ламп, имеет подогревный оксидный катод и два отдельных плоских анода, расположенных вертикально. Каждый анод имеет самостоятельные катоды, соединенные

вместе; каждый катод имеет самостоятельные нити накала, соединенные параллельно. Катод присоединен к одному из выводов нити накала.

Основные данные 5Ц4 (5Z4)

Напряжение накала	5 *в*
Ток накала	2 *а*
Выпрямленное напряжение	до 400 *в*
Выпрямленный ток	до 125 *ма*

Кенотрон 5Ц4С отличается от кенотрона 5Ц4 только тем, что вместо металлического снабжен стеклянным баллоном.

Кенотроны 5Ц4 и 5Ц4С применяются в последних типах усилительных устройств, в частности в передвижных усилителях ПУ-155, ПУ-156, ПУ-12М, ПУ-46 и усилителях «Телефункен».

Трехэлектродная лампа

Трехэлектродной лампой или т р и о д о м называется такая электронная лампа, в которой, кроме катода и анода, имеется третий электрод — с е т к а, представляющая собой решетчатый электрод, находящийся между катодом и анодом.

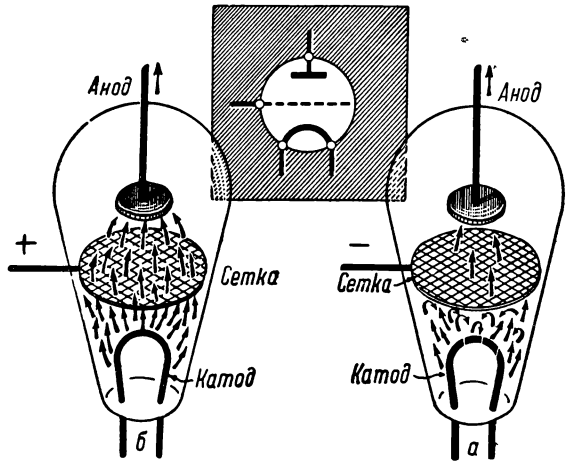


Рис. 391. Схема влияния напряжения сетки электронной лампы на величину отдаваемого лампой тока

а — при отрицательном напряжении сетки основная масса электронов отталкивается от сетки; *б* — при положительном напряжении сетки она способствует ускоренному движению электронов от катода к аноду

Назначение сетки — воздействовать небольшими проходящими напряжениями на величину отдаваемого лампой тока. Вылетая из катода, электроны должны пройти через сетку, прежде чем попасть на анод; естественно, что сетка может оказывать нужное влияние на электронный поток, уменьшая или увеличивая движение электронов. Если сетка «н е й т р а л ь н а», т. е. не имеет никакого электрического потенциала, электронный поток не будет испытывать никакого влияния сетки; но стоит только подать на сетку какое-либо напряжение, как это немедленно окажет влияние на электронный поток.

При отрицательном напряжении сетка будет отталкивать основную массу электронов, идущих с катода на анод (рис. 391, *а*).

Если отрицательное напряжение незначительно, некоторая часть электронов может проскочить через сетку. Увеличивая отрицательное напряжение до известных для данной лампы пределов, можно добиться того, что ни один электрон не долетит до анода и никакого электронного потока тогда не будет. В таких случаях обычно говорят, что лампа «з а п е р т а».

Совершенно обратное положение создается, если на сетку будет подано не отрицательное, а положительное напряжение (рис. 391,*в*). В этом случае сетка будет активно помогать электронам двигаться от катода к аноду, ускоряя их движение. Это ускорение зависит от величины положительного напряжения, поданного на сетку. Таким образом в случае изменения величины напряжения на сетке меняется и сила анодного тока.

Чтобы ясно представить процессы, происходящие в трехэлектродной лампе при изменении напряжения, подаваемого на сетку, построим график зависимости анодного тока электронной лампы от напряжения, подаваемого на сетку.

На рис. 392 показана собранная схема включения трехэлектродной лампы для снятия графика зависимости анодного тока от напряжения на сетке. В схему входят: трехэлектродная лампа (*Л*), 3 батареи: $Б_а$ (батарея

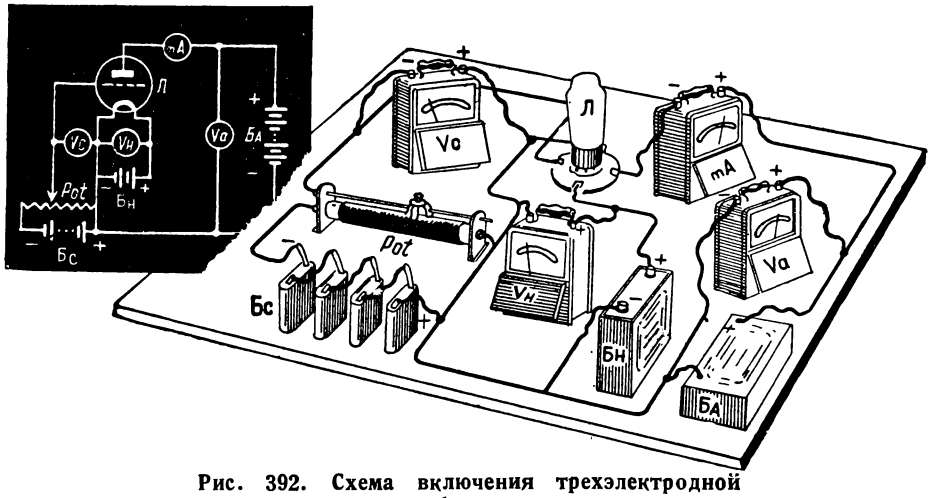


Рис. 392. Схема включения трехэлектродной лампы для снятия графика зависимости анодного тока от напряжения, подаваемого на сетку

анода), $Б_н$ (батарея накала), $Б_с$ (батарея сетки) и 4 измерительных прибора (3 вольтметра ($V_н$, $V_а$, $V_с$), 1 миллиамперметр (mA)) и 1 потенциометр (Pot).

При снятии графика обычно устанавливают нормальный накал нити по вольтметру $V_н$, а нормальное анодное напряжение — по вольтметру $V_а$. Эти величины остаются неизменными на все время снятия графика. На сетку лампы подается вполне определенное отрицательное напряжение, при котором в цепи анода миллиамперметр не обнаруживает тока. Дальнейшая работа должна состоять в уменьшении отрицательного напряжения на сетке. Это будет достигаться постепенным передвижением движка потенциометра. Соответствующие в связи с этим изменения напряжения, подаваемого на сетку, и силы тока в цепи анода будем фиксировать с помощью включенных вольтметра $V_с$ и миллиамперметра mA.

После того как подаваемое на сетку отрицательное напряжение будет доведено до нуля, проделаем следующее: переключим батарею сетки $Б_с$ плюсом к сетке, а минусом к отрицательному полюсу батареи накала. При таком включении мы будем подавать на сетку положительное напряжение. Это напряжение будем постепенно повышать путем передвижения движка потенциометра. В результате ток в цепи анода будет быстро возрастать и скоро достигнет насыщения.

Запишем все происшедшие изменения, отмеченные измерительными

приборами, прежде всего показания вольтметра V_c, характеризующего величину и знак напряжения, подаваемого на сетку, а также показания миллиамперметра mA, дающие возможность установить величину силы тока в цепи анода.

После того как мы записали все необходимые показания включенных приборов, можно легко начертить соответствующий график. Это осуществляется следующим образом: на специальную разграфленную бумагу откладывают в масштабе показания измерительных приборов. По горизонтальной оси (называемой осью абсцисс) откладываются напряжения на сетке, причем влево откладываются отрицательные напряжения, а вправо — положительные. По вертикальной оси (называемой осью ординат) откладываются величины тока в цепи анода. Каждой паре значений напряжения на сетке и анодного тока соответствует определенная точка на графике. Соединив эти точки плавной кривой, получим кривую, изображенную на рис. 393. Она наглядно показывает характер изменения анодного тока в том случае, когда изменяется напряжение, подаваемое на сетку.

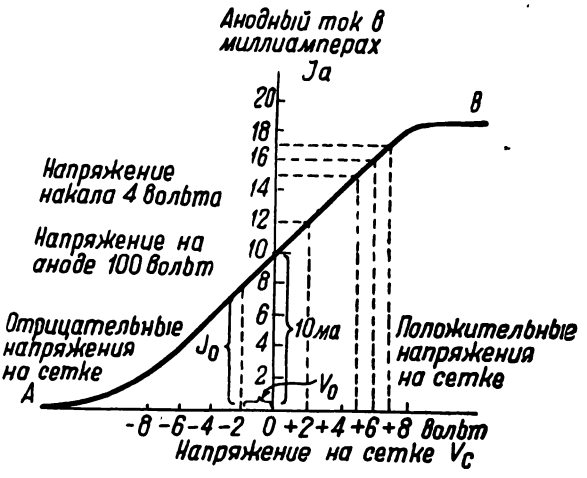


Рис. 393. График зависимости анодного тока электронной лампы от сеточного напряжения

На рис. 393 графически показана зависимость тока в анодной цепи электронной лампы от электрического напряжения между сеткой и катодом, при этом анодное напряжение остается неизменным (100 вольт). Как видно из графика, напряжение на сетке, несмотря на большое электрическое напряжение между анодом и катодом (100 вольт), оказывает столь сильное влияние на величину тока в анодной цепи, что может либо свести его до нуля (точка A), либо увеличить до значения тока насыщения (точка B). При этом напряжение на сетке по величине значительно меньше напряжения между анодом и катодом (в пределах ± 8 вольт).

Такое большое влияние сетки объясняется тем, что она расположена к катоду ближе, чем анод; поэтому при сравнительно небольших напряжениях сетка либо полностью запирает ход электронам (когда сетка заряжена отрицательно), либо открывает его полностью (когда сетка заряжена положительно). Чем круче характеристика на участке AB, тем больше изменения тока в цепи анода в случае изменения напряжения между катодом и сеткой.

В пределах прямолинейного участка характеристики AB изменения тока в анодной цепи прямо пропорциональны изменениям напряжения между сеткой и катодом. Если между сеткой и нитью катодной лампы подавать электрические сигналы в виде переменных по величине электрических напряжений, эти сигналы будут управлять электрической энергией, отдаваемой анодной батареей. Энергия последней значительно больше энергии тех сигналов на сетке, которые управляют ею.

Характер колебаний анодного тока в точности соответствует характеру колебаний сигналов, если только они остаются в области прямолинейной части характеристики. Изменения тока в анодной цепи следуют точно и мгновенно за изменениями напряжения между сеткой и катодом.

Эти свойства дают возможность использовать трехэлектродную лампу в качестве усилителя.

Параметры ламп

К каждой радиолампе прилагается паспорт, например: «Приемная лампа типа СО-118»:

Напряжение накала . . . . . $V_f = 4_{макс}$
Ток накала . . . . . $I_f = 0{,}8—1{,}15\ а$
Анодное напряжение . . . . . $V_a = 240\ в$
Крутизна характеристики . . . . . $S = 1{,}8—2{,}7 \frac{ма}{в}$
Коэфициент усиления . . . . . $\mu = 28—38$
Внутреннее сопротивление . . . . . $R_i = 15\,000$ ом

Ламповый паспорт — точный аттестат лампы. Данные, указанные в паспорте, говорят о свойствах, которые присущи данной лампе. Эти величины называются п а р а м е т р а м и л а м п ы.

Трехэлектродная лампа имеет три основных параметра: крутизна характеристики обозначается буквой S (эс) и показывает, на сколько миллиампер изменяется анодный ток лампы при изменении сеточного напряжения на 1 вольт. Чем больше возрастает анодный ток при увеличении сеточного напряжения на 1 вольт, тем больше, следовательно, будет крутизна характеристики, выражаемая обычно в миллиамперах на вольт. Если, например, крутизна равна 0,25 миллиампер, то пишут это значение так:

$$S = 0{,}25 \ \frac{ма}{в}.$$

Крутизна характеристики — очень важный параметр лампы: чем она больше, тем лучше работает лампа.

Крутизна характеристики лампы зависит от ее внутреннего устройства. Решающее значение имеет поверхность катода лампы: чем больше поверхность катода, тем больше крутизна характеристики лампы.

Большое влияние на крутизну оказывает также расположение сетки внутри лампы. Чем ближе сетка находится к катоду, тем сильнее она будет воздействовать на электроны, ускоряя их движение к аноду, а это приведет к увеличению крутизны характеристики.

Другим важнейшим параметром является к о э ф и ц и е н т у с и л е н и я μ (ми).

Возможностей увеличения анодного тока практически существует две: 1) увеличение анодного тока, посредством которого можно добиться увеличения анодного напряжения, и 2) изменение напряжения на сетке.

Изменение анодного и сеточного напряжения не одинаково влияет на изменение анодного тока; так, например, изменение сеточного напряжения на 1 вольт вызывает большее увеличение или уменьшение анодного тока, чем изменение анодного напряжения также на 1 вольт.

На рис. 394 приведены две характеристики, показывающие зависимость анодного тока от напряжения на сетке и на аноде. Кривая *1* показывает, что при напряжении на аноде, равном 60 вольтам, и при напряжении на сетке, равном 0, в цепи анода будет течь ток в 2 *ма* (точка *а* на первой кривой).

Кривая *II* снята при анодном напряжении в 80 вольт, напряжение на сетке тоже равно 0; в этом случае ток в цепи анода возрос до 4 *ма* (точка *в* на второй кривой).

Следовательно, оставляя напряжение на сетке неизменным, т.е. равным 0, и увеличив на 20 вольт напряжение на аноде, получим увеличение анодного тока на 2 *ма*.

Из кривой *I* видно, что увеличения силы анодного тока гораздо легче добиться увеличением напряжения на сетке; это увеличение (при неизменном анодном напряжении в 60 вольт) должно быть гораздо меньше — всего на 2 вольта, а для того, чтобы получить анодный ток в 4 *ма* путем изменения напряжения на аноде, приходится затрачивать дополнительно 20 вольт.

Отсюда следует, что коэфициент усиления лампы — это не что иное, как отношение изменения анодного напряжения (в нашем примере — 20 вольт) к изменению сеточного напряжения (в нашем примере — 2 вольта), которое вызывает одинаковое изменение анодного тока (в нашем примере — на 2 *ма*). Таким образом коэфициент усиления лампы, для нашего примера будет:

$$\mu = \frac{20}{2} = 10.$$

Это значит, что изменение напряжения на сетке на 1 вольт производит такое же изменение силы анодного тока, какое производит изменение анодного напряжения на 10 вольт, т. е. сетка оказывает в 10 раз большее влияние на величину анодного тока, чем анод.

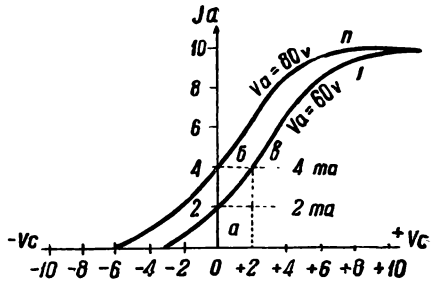


Рис. 394. Характеристика зависимости анодного тока от напряжения на сетке и на аноде

Неправильно было бы считать, что коэфициент усиления показывает действительную степень усиления лампы. Практически усиление сигнала в усилителе всегда меньше коэфициента усиления лампы.

Важное значение для определения качества лампы имеет и другой ее параметр — внутреннее сопротивление R_i. Пользуясь характеристиками, из которых мы определили коэфициент усиления (рис. 394), можно определить внутреннее сопротивление лампы.

В нашем примере анодное напряжение для первой характеристики — 60 вольт, для второй — 80 вольт. При нулевом напряжении на сетке анодный ток в первом случае равен 2 миллиамперам, во втором — 4 миллиамперам. Следовательно, увеличивая анодное напряжение на 20 вольт, мы получаем увеличение анодного тока на 2 миллиампера (0,002*а*).

Отсюда легко вывести величину внутреннего сопротивления лампы, пользуясь законом Ома:

$$R_i = \frac{E}{I} = \frac{20}{0{,}002} = 10\,000 \text{ ом}.$$

Таким образом внутреннее сопротивление лампы есть отношение изменения анодного напряжения к вызванному им изменению анодного тока при постоянном сеточном напряжении.

Тетроды и пентоды

Кроме трехэлектродных ламп, в усилителях применяются также четырехэлектродные лампы (тетроды) и пятиэлектродные лампы (пентоды). Увеличение электродов в этих лампах сводится к увеличению количества сеток; добавочные сетки дают возможность увеличить коэфициент усиления и крутизну характеристики лампы.

Тетрод. Четырехэлектродная лампа-тетрод (рис. 395) имеет четыре электрода: анод, катод и две сетки. Одна из сеток — управляющая —

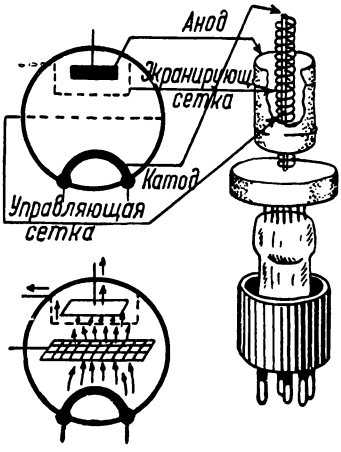


Рис. 395. Схема тетрода (четырехэлектродной лампы)

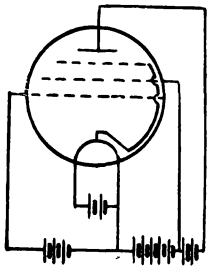


Рис. 396. Схема пентода (пятиэлектродной лампы)

выполняет те же функции, что и сетка трехэлектродной лампы; другая, так называемая экранирующая, расположена между анодом и управляющей сеткой и защищает последнюю от вредного действия анода.

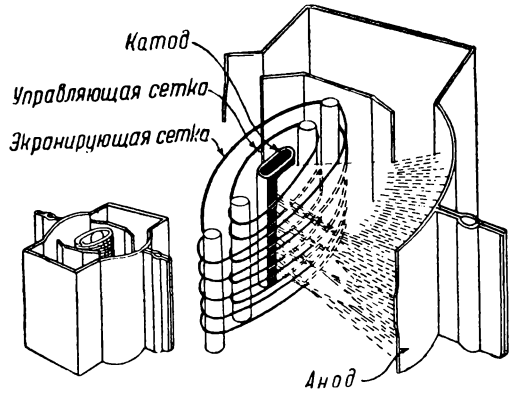


Рис. 397. Конструкция электродов металлического тетрода 6Л6

В усилительных схемах часто возникает нежелательная генерация, т. е. внутренние колебания электрического тока, вызванные влиянием анода на сетку. Это влияние в значительной степени ослабляется, если управляющую сетку отделить от анода новой сеткой, на которую поступает напряжение несколько ниже анодного (от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ анодного) и которая носит название экранирующей. Электронная лампа с добавочной сеткой, служащей для устранения вредного влияния анода на управляющую сетку, называется экранированной лампой.

Экранирующая сетка дает возможность увеличить коэфициент усиления лампы, который у экранированной лампы (тетрода) значительно выше коэфициента усиления триода; так, например, триод СО-118 имеет коэфициент усиления около 33, а тетрод 6Л6 — 135.

Недостатком тетрода является то, что электроны, летящие от катода и падающие на анод с достаточной скоростью, выбивают из анода вторичные электроны. Устремляясь к экранирующей сетке, вторичные электроны дают ток противоположного направления основному анодному току лампы, тем самым уменьшая анодный ток.

Эффект получения вторичных электронов называется *динатронным эффектом*, для уничтожения которого в лампу вводят пятый электрод — третью сетку, носящую название *антидинатронной*.

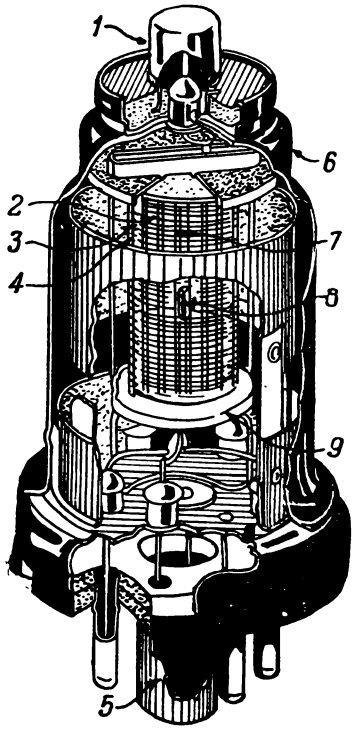


Рис. 398. Разрез металлического высокочастотного пентода

1 — вывод от управляющей сетки; *2* — управляющая сетка; *3* — экранная сетка; *4* — антидинатронная сетка; *5* — направляющий ключ для вставки лампы в панельку; *6* — стальной баллон (корпус лампы); *7* — катод; *8* — подогревная нить; *9* — экран

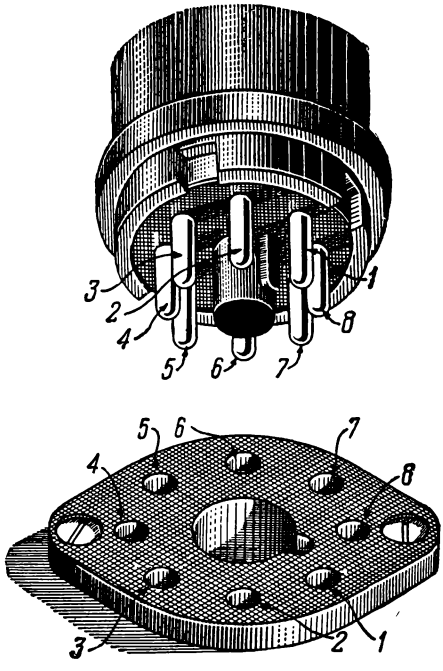


Рис. 399. Цоколь и панель металлической лампы

1 — экран (корпус лампы); *2* — накал; *3* — анод; *4* — сетка; *5* — сетка; *6* — анод; *7* — накал; *8* — катод

Пентод. Пятиэлектродная лампа с антидинатронной сеткой называется *пентодом* (рис. 395). Третья сетка помещается между экранирующей сеткой и анодом и присоединяется к катоду; поэтому она всегда отрицательно заряжена относительно анода, что оказывает тормозящее действие на вторичные электроны, которые не могут пролететь сквозь сетку, вследствие чего динатронный эффект исключается.

Преимуществами пентода являются большой коэфициент усиления, большая мощность и высокий коэфициент полезного действия.

При значительном увеличении расстояния между экранирующей сеткой и анодом вторичные электроны, вылетевшие из анода, теряют скорость, что

лишает их возможности попадать на экранную сетку; такое расположение экранирующей сетки и анода дает возможность избавиться от динатронного эффекта, не применяя антидинатронную сетку.

Подобная конструкция применена в металлических лампах 6Л6 и 6П3 (рис. 397), которые представляют собой тетроды, т. е. экранированные лампы, у которых динатронный эффект устраняется соответствующим расположением и конфигурацией электродов.

Благодаря особому расположению сеток электронный поток получает форму лучей, почему лампы этого типа и называются лучевыми.

В настоящее время пентоды — самые совершенные лампы для мощного усиления.

Металлические лампы. Особенностью металлических электронных ламп является применение не стеклянного, как в других лампах, а стального баллона, выполняющего одновременно роль экрана. На рис. 398 показан разрез высокочастотного пентода. Металлическая лампа снабжена стандартным восьмиштырковым цоколем и расположенной в центре направляющей ножкой-ключом, обеспечивающей правильную установку лампы в панель (рис. 399). Лампы металлической серии отличаются весьма небольшим уровнем помех (фон). В последнее время некоторые металлические лампы выпускаются со стеклянными баллонами при неизменном качестве.

Маркировка электронных ламп

Названия типов электронных ламп состоят обычно из двух букв и числа. Первая буква указывает назначение лампы:

П — приемная
У — усилительная
С — специальная
В — выпрямительная
Г — генераторная
Т — трансляционная (для телефонных усилителей)

Вторая буква указывает материал катода (если название типа лампы содержит одну букву, значит катод ее изготовлен из чистого вольфрама):

Т — торированный
К — карбидированный
О — оксидный
В — бариевый

Число, входящее в название лампы, обозначает только порядковый заводской номер разработки данного типа и не характеризует свойств лампы:

УО-104 — усилительная лампа с оксидным катодом
СТ-19 — специальная лампа с торированным катодом
УБ-107 — усилительная лампа с бариевым катодом
ВО-116 — выпрямительная лампа с оксидным катодом (в последнее время этой лампе присвоена марка 2В400)
КГ- 36 — генераторная лампа с карбидированным катодом (газонаполненные лампы, так называемые газотроны, обозначаются буквой *Г* на втором месте)
ВГ-176 — выпрямительная лампа газонаполненная (тунгар)

Металлические лампы обозначаются двумя цифрами с буквой между ними. Первая цифра показывает (округленно) напряжение накала лампы, вторая цифра — число выводов лампы, причем два вывода накала считаются за один; буква означает условный индекс заводской серии. Так, например, 5Ц4 — лампа с пятивольтовым накалом с четырьмя выводами (5Ц4С — та же лампа только со стеклянным баллоном), 6Ж7 — лампа с накалом в 6 вольт (фактически 6,3 вольта) с семью выводами.

Многоэлектродные усилительные лампы

В звуковом кино применяются многоэлектродные усилительные лампы СО-118, 6Ф5, УО-104, УО-186, СО-124, 6Л6, 6Ж7, 6Ф6, 6Н7 и другие.

Триод СО-118 (рис. 400) — усилительная лампа с подогревным катодом.

Основные данные СО-118

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	1 *а*
Анодное напряжение	240 *в*
Анодный ток	14 *ма*
Напряжение на сетке	3 *в*
Коэфициент усиления	33
Крутизна характеристики	2 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	16 000 ом

Металлический триод 6Ф5 (рис. 401) — усилительная лампа с подогревным катодом.

Основные данные 6Ф5

Напряжение канала	6,3 *в*
Ток накала	0,3 *а*
Анодное напряжение	250 *в*
Анодный ток	09 *ма*
Напряжение на сетке	2 *в*
Коэфициент усиления	100
Крутизна характеристики	1 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	67 000 ом
Мощность рассеяния на аноде	12 *вт*
Отдаваемая мощность	1—1,5 *вт*

Управляющая сетка выведена на верх лампы к колпачку, который закрывается экраном.

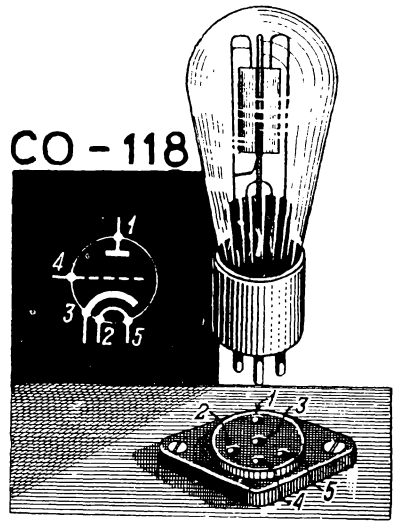


Рис. 400. Усилительная лампа СО-118 — триод с подогревным катодом

1 — анод; *2* — накал; *3* — катод; *4* — сетка; *5* — накал

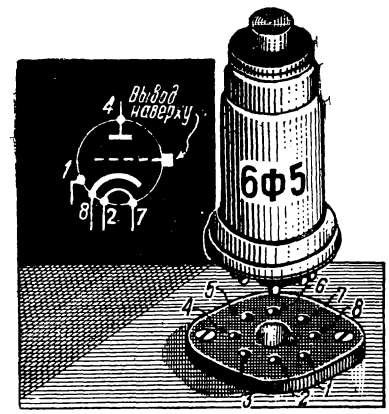


Рис. 401. Усилительная лампа 6Ф5— металлический триод с подогревным катодом

1 — экран; *2*—*7* — накал; *4* — анод; *8* — катод

Триод УО-104 (рис. 402) — усилительная лампа с оксидным катодом прямого накала.

Основные данные УО-104

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	0,7 *а*
Анодное напряжение	240 *в*
Анодный ток	40 *ма*
Напряжение на сетке	—35 *в*
Коэфициент усиления	4
Крутизна характеристики	3,2 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	1 250 ом
Мощность рассеяния на аноде	12 *вт*
Отдаваемая мощность	1—1,5 *вт*

Триод УО-186 (рис. 403) — усилительная лампа с оксидным катодом прямого накала.

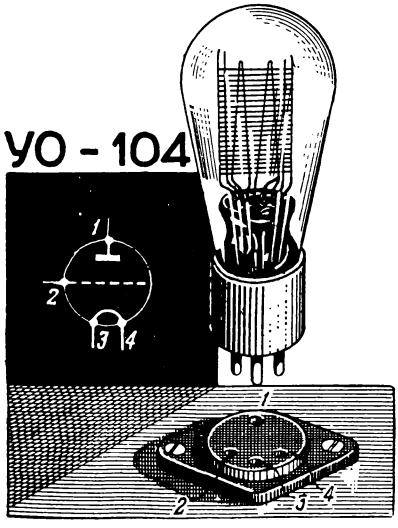


Рис. 402. Усилительная лампа УО-104 с оксидным катодом прямого накала

1 — анод; *2* — сетка; *3*, *4* — накал

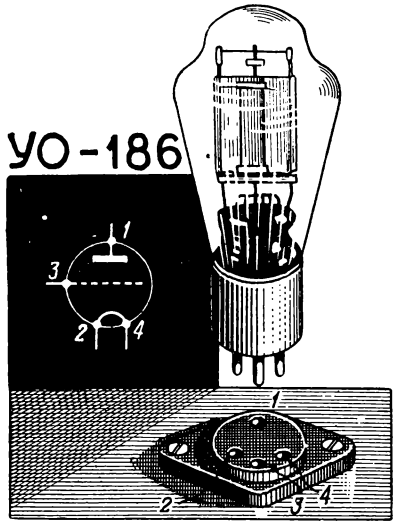


Рис. 403. Усилительная лампа УО-186 с оксидным катодом прямого накала

1 — анод; *2* — накал; *3* — сетка; *4* — накал

Основные данные УО-186

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	1 *а*
Анодное напряжение	240—400 *в*
Анодный ток	62—37 *ма*
Напряжение на сетке	33—85 *в*
Коэфициент усиления	3,7
Крутизна характеристики	3,1 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	1200 *ом*
Мощность рассеяния на аноде	15 *вт*
Отдаваемая мощность	1,5—4 *вт*

Тетрод СО-124 (рис. 404) — экранированная усилительная лампа с подогревным катодом.

Основные данные СО-124

Напряжение накала	4 *в*
Ток накала	1 *а*
Анодное напряжение	120—160 *в*
Напряжение на экранной сетке	40—80 *в*
Анодный ток	2,8—10 *ма*
Экранный ток	1,7—3 *ма*
Напряжение на сетке	1—1,5 *в*
Коэфициент усиления до	1 000—350
Крутизна характеристики	1,3—1,9 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	770 000—185 000 ом

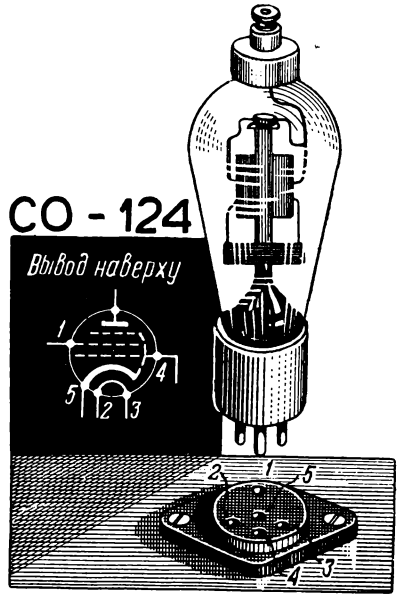


Рис. 404. Усилительная лампа СО-124 тетрод (экранированная четырехэлектродная) с подогревным катодом

1 — сетка; *2*, *3* — накал; *4* — экран; *5* — катод; анод выведен наверху баллона

Металлический тетрод 6Л6 (рис. 405) — четырехэлектродная лампа с металлическим баллоном и подогревным катодом.

Основные данные 6Л6

Напряжение накала	6,3 *в*
Ток накала	0,9 *а*
Анодное напряжение	250 *в*
Напряжение экранной сетки	250 *в*
Анодный ток	72 *ма*
Экранный ток	5 *ма*
Напряжение на сетке	—14 *в*
Коэфициент усиления	135
Крутизна характеристики	6 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	22 500 ом
Мощность рассеяния на аноде	24 *вт*
Отдаваемая мощность двух ламп	60 *вт*

Заменителем лампы 6Л6 является лампа 6П3.

Металлический пентод 6Ж7 (рис. 406) — пятиэлектродная лампа с металлическим баллоном. Лампа имеет подогревный катод.

Основные данные 6Ж7

Напряжение накала	6,3 *в*
Ток накала	0,3 *а*
Анодное напряжение	250 *в*
Напряжение экранной сетки	100 *в*
Анодный ток	2 *ма*
Экранный ток	0,5 *ма*
Напряжение на сетке	3 *в*
Коэфициент усиления	1 500
Крутизна характеристики	1,225 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	1 500 000 ом

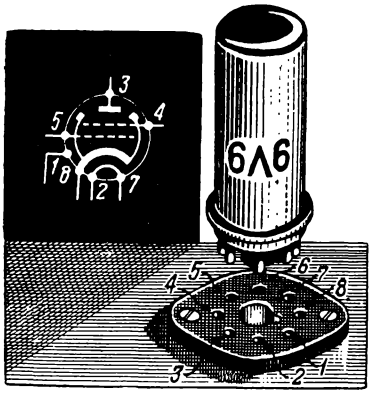


Рис. 405. Усилительная лампа 6Л6 — металлический тетрод с подогревным катодом

1 — корпус (баллон); *2* — накал; *3* — анод; *4* — экран; *5* — сетка; *7* — накал; *8* — катод

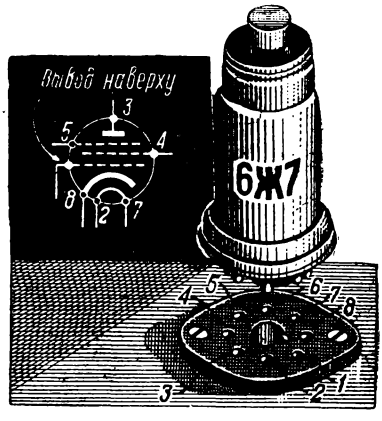


Рис. 406. Усилительная лампа 6Ж7 металлический пентод (пятиэлектродная) с подогревным катодом

1 — корпус (баллон); *2* — накал; *3* — анод; *4* — экран; *5* — пентодная сетка; *7* — накал; *8* — катод; сетка наверху баллона

Третья сетка соединена с катодом.

Заменителем лампы 6Ж7 является лампа Т-91.

Металлический пентод 6Ф6 (рис. 407) — пятиэлектродная лампа с металлическим баллоном. Лампа имеет подогревный катод.

Основные данные 6Ф6

Напряжение накала	6,3 *в*
Ток накала	0,7 *а*
Анодное напряжение	315 *в*
Напряжение экранной сетки	315 *в*
Анодный ток	42 *ма*
Экранный ток	8 *ма*
Напряжение на сетке	22 *в*
Коэфициент усиления	200
Крутизна характеристики	2,65 $\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление	75 000 ом
Отдаваемая мощность	5 *вт*

Сдвоенный триод 6Н7 (рис. 408).

Основные данные 6Н7

Напряжение накала	6,3 *в*
Ток накала	0,8 *а*
Анодное напряжение .	300 *в*
Анодный ток	7 *ма*
Напряжение на сетке	6 *в*
Коэфициент усиления .	35
Крутизна характеристики .	$3{,}2\frac{ма}{в}$
Внутреннее сопротивление . . .	11 000 ом
Отдаваемая мощность	10 *вт*

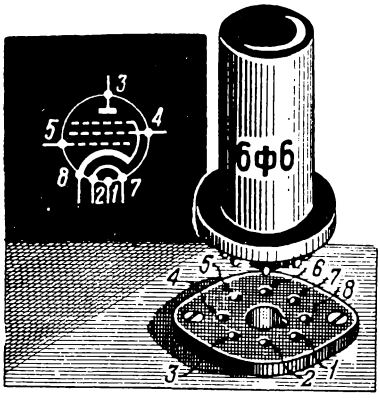


Рис. 407. Усилительная лампа 6Ф6 металлический пентод с подогревным катодом

1 — корпус (баллон); *2* — накал; *3* — анод; *4* — экран; *5* — сетка; *7* — накал; *8* — катод

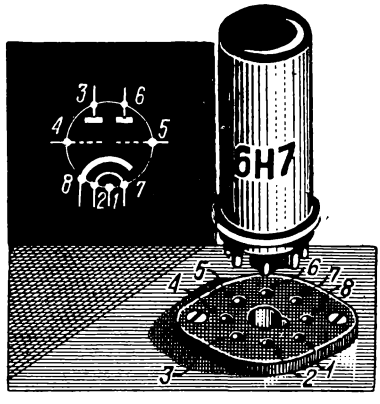


Рис. 408. Усилительная лампа 6Н7 — металлический сдвоенный триод с подогревным катодом

1 — корпус (баллон); *2* — накал; *3* — анод; *4* — сетка; *5* — сетка; *6* — анод; *7* — накал; *8* — катод

Заменителем лампы 6Н7 является лампа Т-96.

Лампа 6Н7 может быть использована для замены лампы СО-118.

Замена лампы СО-118 лампой 6Н7

Применение лампы 6Н7 взамен лампы СО-118 требует некоторой переделки усилителя — замены. пятиштырьковой панели лампы СО-118 восьмиштырьковой под цоколь лампы металлической 6Н7.

Как известно, лампа 6Н7 — сдвоенный триод (см. схему на рис. 408). При работе 6Н7 в схеме лампы СО-118 используется только половина лампы, т. е. один анод и одна сетка.

Все сопротивления в анодных и сеточных цепях в схеме усилителя остаются без изменения.

Схема включения панели лампы 6Н7 показана на рис. 409.

Напряжение накала и потребляемый ток лампы 6Н7 отличаются от лампы СО-118: 6Н7 потребляет ток накала 0,8 ампера при напряжении 6,3 вольта, а лампа СО-118 — 1 ампер при напряжении 4 вольта. Поэтому в усилительных устройствах типа ПУ, где лампа СО-118 заменяется лампой

6Н7, необходимо подключить линию накала лампы СО-118 параллельно цепи накала лампы 6Ж7. Если такое переключение не произвести, лампа 6Н7 будет работать с недокаленным катодом, что в условиях отбора значи-

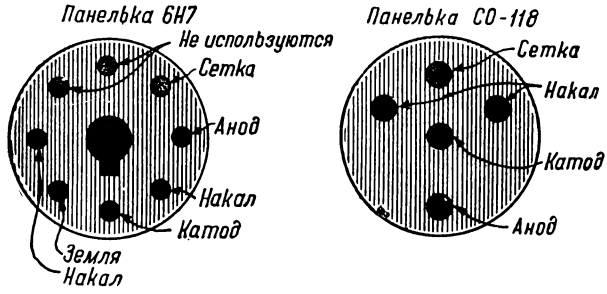


Рис. 409. Схема включения панельки под лампу 6Н7, взамен лампы СО-118
Вид со стороны монтажа

тельного анодного тока при высоком анодном напряжении будет приводить к быстрой потере лампой эмиссии.

Комплекты электронных ламп в усилительных устройствах кинопередвижек приведены в табл. 15.

Таблица 15

Комплекты электронных ламп усилителей кинопередвижек

Тип усилителя	СО 118 (6Н7)	ПО 119 (6Н7)	УО 186	ВО 188	6Ж7	6Н7	6Ф6	6Л6 (6П3)	5Ц4С
ПУ-156	—	—	—	—	1	1	—	2	1
ПУ-155	—	—	—	—	1	1	2	—	1
ПУ-154	—	—	—	—	1	1	2	—	1
ПУ-13	1	—	2	1	1	—	—	—	—
ПУ-12	1	—	3	1	1	—	—	—	—
ПУ-12 м	—	—	—	—	1	1	—	3	1
ПУ-46	—	—	—	—	1	1	—	3	1
Телефункен	—	—	—	—	2	—	—	2	2

Лампа 6Ж7 может быть заменена лампой VT-91.
Лампа 6Н7 может быть заменена лампой Т-96.
Лампа 6Л6 может быть заменена лампой 6П3.
Лампа УО-186 может быть заменена лампой УО-104.
Лампа ВО-188 может быть заменена лампой ВО-116.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое эффект Эдисона?
2. Какой принцип положен в основу устройства электронных ламп?
3. Что называется катодом и анодом электронной лампы?
4. Каково назначение катода и анода в электронной лампе?
5. Что такое анодный ток лампы?
6. Что такое эмиссия электронной лампы?
7. В чем заключается выпрямление переменного тока?
8. Объясните действие однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.
9. Что называется пульсирующим током?

10. Какое назначение сглаживающего фильтра в выпрямителе?
11. Чем отличается двухэлектродная лампа от триода?
12. В чем заключается назначение сетки?
13. Каковы основные параметры, характеризующие лампу?
14. От чего зависит коэфициент усиления лампы?
15. Что происходит с анодным током, если к сетке подведено переменное напряжение?
16. В чем заключается сущность усиления?
17. Как устроен тетрод и какие преимущества тетрода перед трехэлектродной лампой?
18. Как устроен пентод и какими преимуществами он обладает?

Глава 35

ФОТОЭЛЕМЕНТЫ

Некоторые металлы под воздействием на них света обладают свойством излучать электроны. Явление, при котором тела излучают электроны под действием света, называется фотоэлектрическим эффектом или фотоэффектом.

Фотоэлектрический эффект используется в приборе, носящем название фотоэлемент.

Устройство и работа фотоэлемента сходны с двухэлектродной лампой; разница лишь в том, что электроны вылетают из катода не под действием нагрева, как в электронной лампе, а под действием света.

На рис. 410 показана схема электрического соединения фотоэлемента: *1* — анод; *2* — катод; *3* — чувствительный электроизмерительный прибор; *4* — электрическая батарея; *5* — лучи света. Чем большее количество лучей света падает на анод фотоэлемента, тем больший ток показывает электроизмерительный прибор, т. е. чем больше света падает на анод фотоэлемента, тем сопротивление фотоэлемента становится меньше. Когда фотоэлемент находится в темноте, электроизмерительный прибор никакого тока не показывает.

Свойство фотоэлемента изменять сопротивление электрическому току, проходящему через него, под воздействием света используется в звуковом кино для превращения световых колебаний в электрические.

Наибольшее распространение в звуковом кино получили цезиевые фотоэлементы типа ЦГ-2 (рис. 411) и ЦГ-4 (рис. 412) (ЦГ — цезиевый газонаполненный). Фотоэлемент ЦГ-4 состоит из стеклянной колбы на высоком карболитовом цоколе с двумя металлическими штырьками под штепсельные гнезда. На сферической части колбы нанесен цезиевый слой, являющийся катодом, а в центре укреплена ножка с кольцом или диском — анодом. Выводы фотоэлемента присоединены к ножкам: анод — к ножке, расположенной под окном фотоэлемента; катод — к ножке в центральной части. Рабочее напряжение фотоэлемента — 240 вольт.

При некотором повышении рабочего напряжения внутри газонаполненного фотоэлемента наступает самостоятельный разряд, сопровождающийся

свечением фотоэлемента. Напряжение, при котором наступает свечение фотоэлемента, носит название потенциала зажигания, или порога зажигания.

Для фотоэлементов ЦГ-2 и ЦГ-4 потенциал зажигания — 300 вольт. После зажигания фотоэлемент приходит в негодность вследствие разрушения

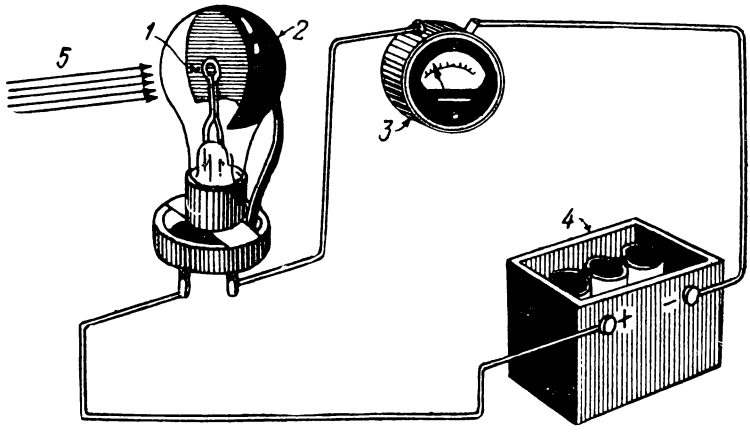


Рис. 410. Схема электрического соединения фотоэлемента
1 — анод; *2* — катод; *3* — чувствительный электроизмерительный прибор; *4* — электрическая батарея; *5* — лучи света

катода. Однако, если фотоэлемент во-время выключить и положить его на некоторое время в темное место, он может иногда восстановиться.

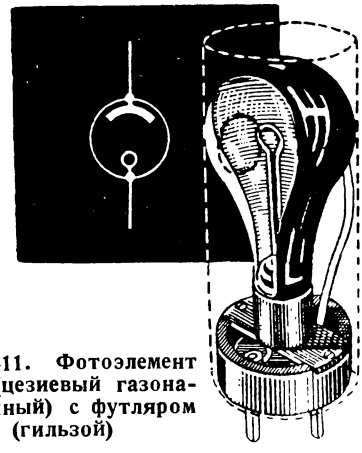


Рис. 411. Фотоэлемент ЦГ-2 (цезиевый газонаполненный) с футляром (гильзой)

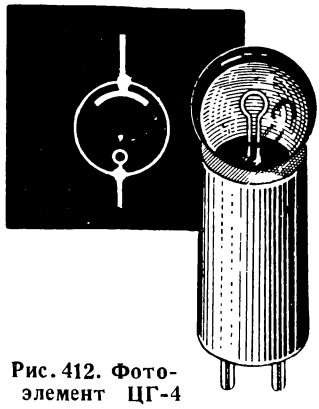


Рис. 412. Фотоэлемент ЦГ-4

В газонаполненных фотоэлементах наблюдаются явления так называемой «усталости», проявляющейся в том, что через некоторое время после включения начинает понижаться чувствительность фотоэлемента. Для восстановления чувствительности фотоэлемента следует поместить его на некоторое время в темное место.

Чувствительностью фотоэлемента называется число, показывающее, на сколько микроампер изме-

няется фототок при изменении светового потока на один люмен.

Чувствительность фотоэлемента измеряется в микроамперах на люмен*

$$\left(\frac{мка}{лм}\right).$$

Чувствительность фотоэлементов ЦГ-2 и ЦГ-4 от 75 до 300 микроампер на люмен. В кинопередвижке К-25 применяется цезиевый газонаполненный фотоэлемент чувствительностью не ниже 150 микроампер на люмен с рабочим напряжением 240 вольт. В проекторе могут применяться фотоэлементы ЦГ-4 (см. рис. 412) или ЦГ-2 (см. рис. 411). Фотоэлемент ЦГ-2 установлен в металлической гильзе, в которой вырезано окно для прохода лучей к катоду.

По закреплении в проекторе фотоэлемент закрывается особым кожухом, в котором вырезано окно для прохода лучей.

Если окно кожуха смещено, световой пучок от звуковой лампы не попадает на катод фотоэлемента и звуковоспроизведение в этом случае отсутствует.

В проекторе К-25 и К-101 может быть также использован фотоэлемент ЦГ-3, предназначенный специально для узкопленочной кинопередвижки с усилителем ПУ-12, ПУ-12 м и ПУ-46. Для этого потребуется специальная подставка (рис. 413).

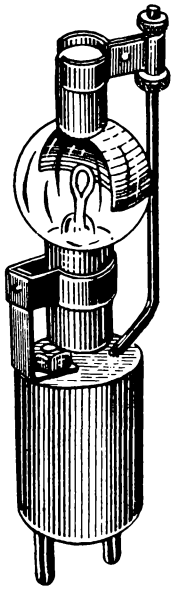


Рис. 413. Фотоэлемент ЦГ-3
Для узкопленочной киноустановки с подставкой, дающей возможность использовать его в проекторе К-25—К-101

Фотоэлементы СЦВ-4 (сурьмяно-цезиевые-вакуумные) из-за недостаточной чувствительности, будучи использованы в кинопередвижке, дают недостаточную громкость звука, поэтому для передвижек не пригодны.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение фотоэлемента в киноустановке?
2. Что такое фотоэффект?
3. Что такое чувствительность фотоэлемента?
4. В чем заключается явление усталости фотоэлемента?
5. Какие фотоэлементы применяются в кинопередвижках и какова их чувствительность?
6. В какой киноустановке применяется фотоэлемент ЦГ-3 и как его можно использовать в киноустановке К-25 и К-101.
7. На какое напряжение рассчитан фотоэлемент ЦГ-4 и какие последствия повышения этого напряжения?

* Люмен — единица измерения светового потока.

Глава 36

ПОНЯТИЕ ОБ УСИЛИТЕЛЕ

При воспроизведении звука, записанного оптическим методом на фонограмму кинофильма, источником переменных электрических напряжений звуковой частоты является фотоэлемент, который преобразует световые колебания в электрические. Посредством фотоэлемента можно развивать электрические мощности, измеряемые миллионными долями ватта. Эти мощности недостаточны для того, чтобы привести в действие громкоговорящие устройства, требующие для нормальной работы мощностей, измеряемых десятками ватт. Для повышения мощности источников звуковой частоты до необходимой величины применяются усилители, основанные на усилительных свойствах электронных ламп.

Основным составным элементом усиления является электронная лампа. Усилитель состоит из нескольких электронных ламп, соединенных параллельно или каскадно, и из элементов анодной нагрузки ламп — сопротивления, дроссели или трансформаторы, служащие связью между отдельными каскадами усилителя.

Питание каскадов усилителя производится обычно от одного источника анодного напряжения и от одного источника накала (рис. 414). При этом в усилителях на сопротивлениях и дросселях приходится ставить разделительный конденсатор C_p и сопротивление утечки R_g. В противном случае на сетку последующей лампы попадет анодное напряжение предыдущей лампы,

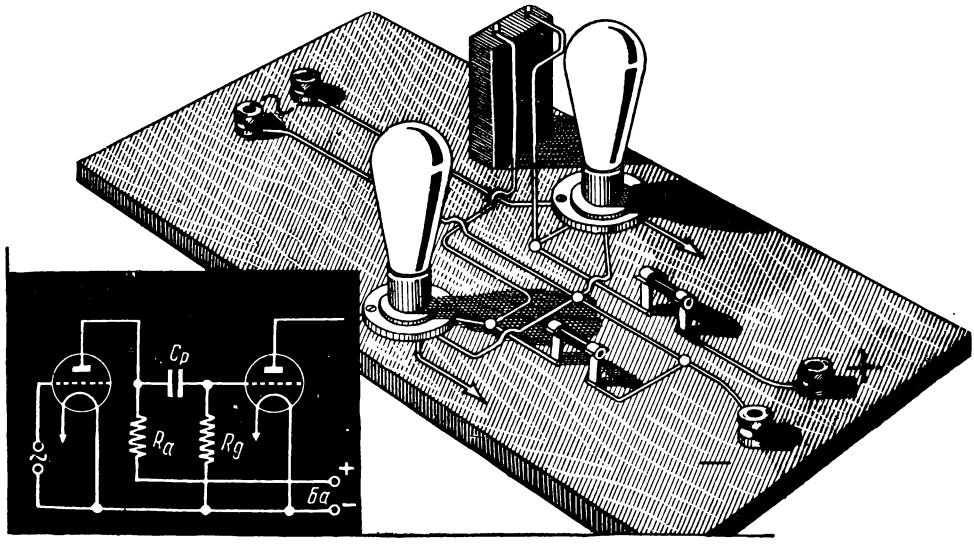


Рис. 414. Схема каскада усиления на сопротивлениях
Ra — сопротивление анодной цепи (нагрузки); *Rg* — сопротивление утечки; *Ср* — разделительный конденсатор; *Ба* — питание анода (питание накала в схеме не показано)

т. е. высокий положительный потенциал; на сетку же, как правило, надо подавать отрицательное напряжение по отношению к нити накала.

В связи с необходимостью применить очень большое усиление, получаемого

с одной лампы усиления в большинстве случаев не достаточно. Для получения большего усиления используется несколько ламповых схем (каскадов), соединенных последовательно. При этом первая лампа усиливает напряжение источника звуковой частоты, вторая лампа усиливает напряжения, усиленные первой лампой, и т. д. Каждая последующая лампа усиливает напряжение, поступающее от предыдущей лампы. Такое соединение и называется каскадным.

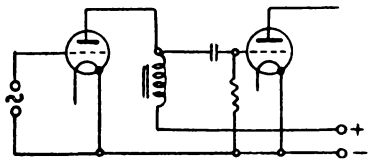


Рис. 415. Схема каскада усиления на дросселях
(питание накала в схеме не показано)

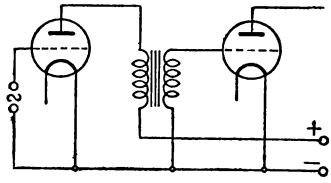


Рис. 416. Усиление на трансформаторах
(питание накала в схеме не показано)

Существуют следующие три вида усилителей, отличающихся элементами связи между лампами и каскадами: а) усилители на сопротивлениях (рис. 414); б) усилители на дросселях (рис. 415); в) усилители на трансформаторах (рис. 416).

Двухтактная схема усиления

Наиболее распространенными усилителями, входящими в комплект кинопередвижки К-25 и К-101 являются усилители ПУ-13 и ПУ-156.

В усилителе ПУ-13 три каскада: два предварительных для усиления напряжения и третий оконечный усилитель мощности. Первый каскад собран по схеме на сопротивлениях и работает на пентоде 6Ж7. В оконечном каскаде применены две лампы УО-186, включенные по двухтактной схеме, так называемой пуш-пулл.

Чтобы увеличить выходную мощность усилителя, можно включить параллельно две одинаковые лампы. В этом случае обе лампы можно рассматривать как одну, но имеющую внутреннее сопротивление вдвое меньше, крутизну вдвое больше, а коэфициент усиления тот же, что одна лампа.

Параллельное включение двух ламп не дает нужного эффекта вследствие того, что мощность, отдаваемая двумя лампами, не двойная, а меньше, примерно полуторная, что происходит из-за неоднородности ламп. Кроме того, при параллельном включении ламп их анодные токи складываются и увеличивают постоянное подмагничивание сердечника входного трансформатора, что ведет к резкому повышению размеров трансформатора и повышению искажений. По этой причине параллельное включение ламп для повышения мощности почти не практикуется.

От этих недостатков свободна так называемая двухтактная схема усиления (в настоящее время все мощные оконечные каскады строятся исключительно по этой схеме). Напряжение, подаваемое на сетку лампы, сдвинуто по фазе на 180° по отношению к напряжению, подаваемому на сетку другой лампы; анодные токи обеих ламп находятся в таком же соотношении. При двухтактной схеме сердечник выходного трансформатора не получает постоянного подмагничивания, так как анодные токи ламп при отсутствии переменного напряжения на сетках текут через первич-

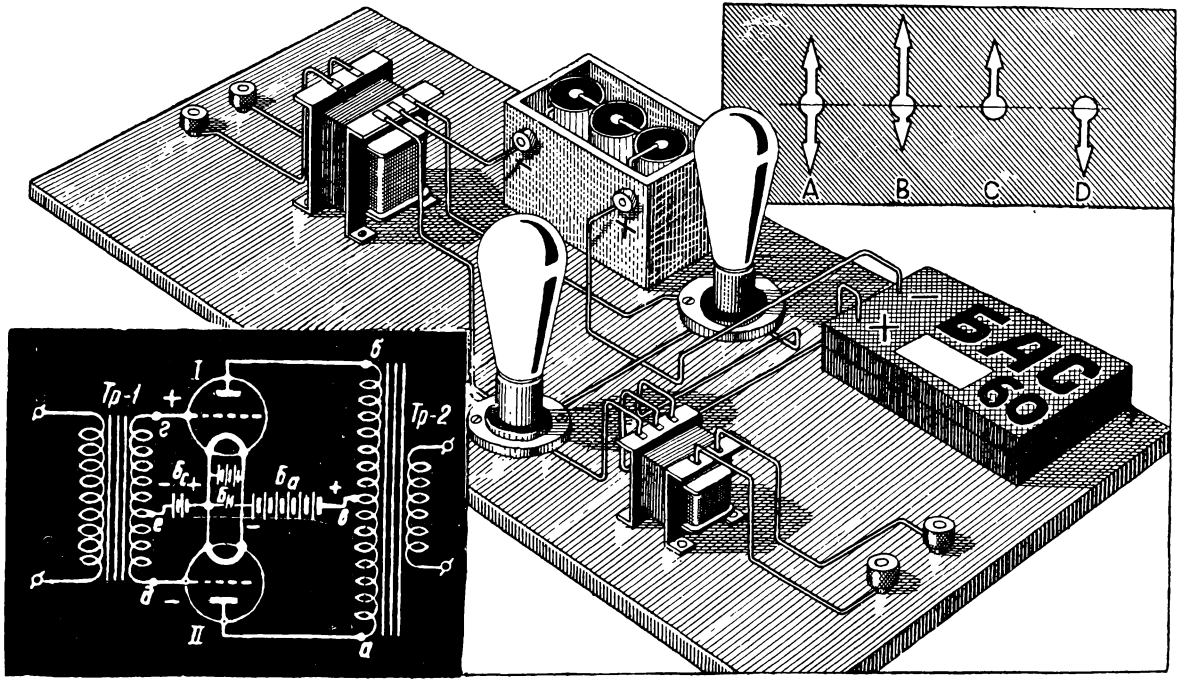


Рис. 417. Двухтактная схема усиления пуш-пулл

Тр-1 — входной трансформатор: *Бс* — батарея отрицательного смещения на сетки ламп; *Ба* — анодная батарея; *Тр-2* — выходной трансформатор (питание накала в схеме не показано); *А* — отсутствие переменного напряжения на сетках ламп (постоянные магнитные потоки взаимно уничтожаются); *В* — на сетки ламп подано переменное напряжение (взаимодействие магнитных потоков); *С* — остаточный магнитный поток; *Д* — перемена знаков напряжения на сетках ламп (остаточный магнитный поток противоположного направления)

ную обмотку трансформатора в разные стороны. Магнитные потоки в сердечнике, индуктируемые этими токами, равны и противоположны, следовательно, взаимно уничтожаются.

Разберем момент, когда на сетки ламп подано переменное напряжение. Пусть на сетке первой лампы будет плюс (рис. 417), на сетке второй — минус, тогда анодный ток первой лампы увеличится, а второй лампы уменьшится на ту же величину; в сумме токи не изменятся; одновременно по одной половине трансформатора пойдет ток более сильный, чем по другой половине. После вычитания магнитные потоки уже не уничтожаются, а дадут некоторую величину. Когда знаки на сетках ламп переменятся, повторится то же самое, только с обратным знаком, т. е. возрастет ток второй лампы и одновременно уменьшится ток первой лампы, а остаточный магнитный поток изменит направление.

Диаграмма на рис. 417 показывает: *A* — взаимное уничтожение постоянных магнитных потоков при отсутствии переменного напряжения на сетках ламп; *B* — взаимодействие магнитных потоков после подачи на сетки ламп переменного напряжения; *C* — остаточный магнитный поток; *D*—остаточный магнитный поток после перемены знаков напряжения на сетках ламп.

Таким образом можно сделать вывод, что постоянные составляющие магнитных потоков в сердечнике трансформатора вычитаются, а переменные складываются; следовательно, складываются и мощности, отдаваемые каждой лампой. Одна лампа как бы тянет магнитный поток, а другая его в это время толкает: отсюда и произошло название двухтактной схемы — пуш-пулл (по-английски «пуш» — значит «толкай», «пулл» — «тяни»).

Преимуществами пушпулльной схемы по сравнению со всеми другими являются большая отдаваемая мощность и меньшие искажения. Кроме того, благодаря своей полной симметричности схема допускает питание анодных цепей менее сглаженным выпрямленным током.

Очень важно точно подобрать лампы пушпулла, совпадающие по параметрам, чтобы не нарушить симметрии схемы.

Искажения и помехи

К усилителю, предназначенному для воспроизведения звука, записанного на фонограмму фильма, предъявляются требования, обеспечивающие художественность передачи без помех и искажений. Усилитель может развивать необходимую мощность, но не воспроизводит звук с «окраской» или тембром, свойственным данному музыкальному инструменту или голосу. Часто отсутствует ясность передачи, речь неразборчива, наблюдаются хрипы, дребезжание и т. п.

Искажения в усилителях можно подразделить на две основные группы: линейные и нелинейные.

К первой группе можно отнести так называемые линейные или частотные искажения.

Звуки музыкальных инструментов, а также звуки человеческого голоса состоят из суммы большого количества синусоидальных колебаний различной частоты. Если усилитель неравномерно усиливает переменные напряжения разных частот, то возникают частотные искажения; отдельные составляющие звука усиливаются неодинаково, поэтому они слышны неодинаково — одни слабее, другие сильнее.

Ухо слушателя воспринимает эту неравномерность усиления различных частот, как изменение окраски (тембра) звуков. В этом случае голос знакомого человека будет звучать как совершенно незнакомый.

Частотных искажений не будет, если в широком пределе (диапазоне) звуковых частот усилитель дает равномерное усиление на всех частотах. Усилитель ПУ-156 обеспечивает более или менее равномерное усиление звуковых частот в диапазоне от 50 до 6000 герц.

Кривая, показывающая изменение коэфициента усиления частот, называется частотной характеристикой усилителя.

На рис. 418 даны характеристики двух усилителей; первый усилитель практически не создает частотных искажений, так как его коэфициент усиления в диапазоне звуковых частот изменяется незначительно (кривая *1*), второй усилитель создает значительные частотные искажения.

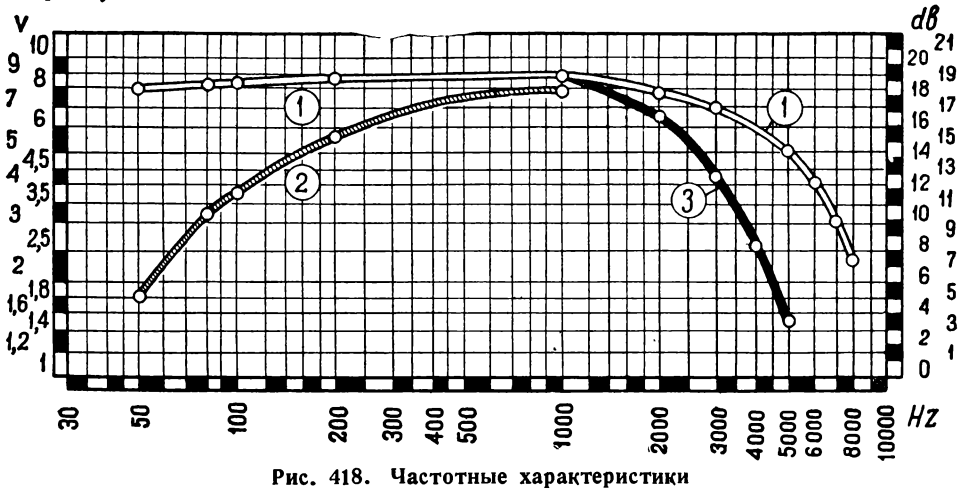


Рис. 418. Частотные характеристики

1 — кривая усилителя с вполне удовлетворительной частотной характеристикой; *2,3* — кривая усилителя со значительными искажениями низких и высоких частот

При больших частотных искажениях тембр звука сильно искажается. Если плохо усиливаются низкие частоты, передача приобретает металлический оттенок и становится очень резкой, голоса — визгливыми и неприятными. Если плохо усиливаются высокие частоты от 1500 герц и выше и чрезмерно усиливаются низкие, передача становитсая приглушенной, бубнящей, исходящей как бы из бочки.

Отклонения частотной характеристики от прямой, т. е. от равномерного усиления, выражаются в децибелах.

В усилителе ПУ-13 частотные искажения не превосходят 10 децибел в диапазоне (в пределах) 80—6000 герц, хотя допустимая величина частотных искажений не должна превышать 2 децибел (15—20%). (Это условие выдерживается в усилителях стационарного типа, более совершенных по конструкции.)

Частотные искажения возникают в элементах схемы усилителя — конденсаторах, дросселях, трансформаторах.

Ко второй группе искажений относятся так называемые нелинейные искажения.

Если нелинейные искажения велики, ясность воспроизводимой речи исчезает, отдельные слова непонятны, звучание становится неприятным,

появляются хрипы и дребезжание. Нелинейные искажения возникают главным образом из-за неправильных режимов работы усилительных ламп.

Сущность нелинейных искажений заключается в том, что форма кривой анодного тока не соответствует форме кривой переменного напряжения, подводимого к усилителю. Если к усилителю, вносящему большие нелинейные искажения, подвести синусоидальное напряжение, то на выходе будет наблюдаться сильно искаженный несинусоидальный ток.

Всякий несинусоидальный переменный ток является суммой синусоидальных переменных токов с частотами, кратными основной частоте.

Так, например, если к усилителю подводится синусоидальное переменное напряжение I с частотой 500 герц, то в результате нелинейных искажений форма кривой II выходного тока становится несинусоидальной (рис. 419). Это значит, что колебания выходного тока содержат не только колебания с частотой 500 герц, но в результате искажения формы кривой появляются новые колебания тока с частотами, кратными основной частоте, т. е. с частотами 1000 герц, 1500, 2000 герц и т. д. Эти дополнительные колебания, появившиеся в результате нелинейных искажений, называются высшими гармониками.

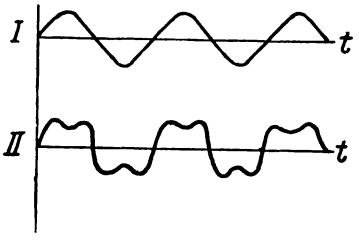


Рис. 419. Кривая входного (*I*) и выходного (*II*) напряжения при нелинейных искажениях

В количественном отношении о величине нелинейных искажений судят по величине высших гармоник, появившихся в результате искажений в выходном токе или в выходном напряжении.

Число, показывающее отношение действующего значения всех высших гармоник к действующему значению выходного тока основной частоты, называется клирфактором.

Клирфактор выражается в процентах. В хороших усилителях клирфактор не превышает 5%, т. е. действующее значение всех высших гармоник, появившихся в результате искажений, не превышает 5% от значения тока основной частоты.

Усилитель не должен иметь большого уровня помех. Если к входу усилителя не подведено переменное напряжение звуковой частоты, на выходе его не должно создаваться колебаний тока.

В громкоговорителе, включенном на выходе усилителя, обычно слышен некоторый шум или гудение (фон) даже тогда, когда к его входу не подводится переменное напряжение звуковой частоты; в этом случае говорят, что «усилитель создает помехи» (фонит).

Большой уровень помех усилителя снижает качество воспроизведения звука, так как постороннее гудение и шум, особенно хорошо прослушиваемые на паузах и при негромких звуках, подчас заглушают основную передачу.

Шумы, возникающие в усилителе, можно разделить на два вида.

Первые из них возникают (в основном) за счет отдельных элементов схемы, в частности, по вине различных непроволочных (коксовых) сопротивлений. При прохождении тока по таким сопротивлениям они нагреваются, вследствие чего между отдельными участками проводящего слоя возникают микроскопические дуговые разряды; величина сопротивления становится не строго постоянной, что и вызывает появление некоторого напряжения шума. В ответственных цепях качественных усилителей стараются приме-

нять проволочные сопротивления, а коксовые ставят в цепи, по которым не течет ток (сеточные сопротивления и т. п.).

Другой причиной появления шума (фона переменного тока) в усилителях является питание анодных цепей током от выпрямителя, а цепей накала — переменным током. Фон возникает также из-за пульсаций температуры катода за счет электромагнитных наводок цепей переменного тока на сеточные цепи усилителя или из-за неудовлетворительного сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения.

К другому виду шума относятся так называемые внутриламповые шумы, причиной которых являются электронные процессы, происходящие в самой электронной лампе. Одной из причин таких шумов является то обстоятельство, что поток электронов, излучаемый катодом, не является величиной строго постоянной, и в разные моменты на анод попадает неодинаковое количество электронов, вследствие чего ток в цепи анода изменяется. Колебания величины анодного тока в свою очередь создают на сопротивлении нагрузки колебания напряжения, которые усиливаются последующими каскадами и в конечном счете поступают в громкоговоритель, создавая фон.

Шумы первого вида поддаются уменьшению или полному устранению (во всяком случае с ними можно бороться).

Шумы второго вида не поддаются устранению.

Уровень шума может иногда достигать на выходе многокаскадного усилителя величины, доходящей или даже превышающей уровень минимального полезного сигнала (шопота, вздоха, отдаленных голосов, тихой музыки и т. п.).

Чтобы уровень шума не мешал работе усилителя, его необходимо перекрыть полезным сигналом. По существующим нормам минимальный полезный сигнал должен перекрывать уровень помех на 20 децибел, т. е. уровень минимального полезного сигнала должен быть по напряжению в 10 раз больше уровня помех.

Таким образом требования к качественному усилителю таковы:

а) усилитель должен пропускать достаточно широкую полосу частот;

б) неравномерность частотной характеристики не должна превышать 2—3 децибел в пределах выбранного частотного диапазона;

в) коэфициент нелинейных искажений (клирфактор) должен быть возможно меньше и не превышать 5% при номинальной мощности;

г) уровень собственных шумов должен быть в 10 раз ниже уровня минимального полезного сигнала, усиливаемого усилителем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение усилителя в киноустановке?
2. Как устроены мощные усилители?
3. Какие основные виды усилителей вам известны и чем они различаются?
4. В чем сущность работы двухтактной схемы усиления?
5. Какие помехи и искажения встречаются при звуковоспроизведении?
6. Что такое частотные искажения?
7. Что такое частотная характеристика?
8. Что такое нелинейные искажения и в чем сущность этого явления?
9. Что такое клирфактор и в каких единицах он измеряется?
10. От каких причин может появиться фон переменного тока при звуковоспроизведении?
11. Каким условиям должен отвечать качественный усилитель?

Глава 37

ДЕТАЛИ УСИЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Качество и устойчивость работы усилительного устройства определяются в значительной степени качеством деталей, из которых собран усилитель, и правильностью режима работы, подобранного для каждого элемента усилителя.

Конденсаторы

В усилительных устройствах звукового кино применяются конденсаторы трех типов: бумажные, слюдяные и электролитические.

Бумажные конденсаторы (рис. 420). В конденсаторах этого типа в качестве диэлектрика применяется так называемая конденсаторная бумага.

Бумажные конденсаторы изготовляются из длинных полос оловянной фольги (станиоля), каждая из которых имеет выводы. Между полосами фольги и поверх них прокладываются листы бумаги (диэлектрик). Фольга

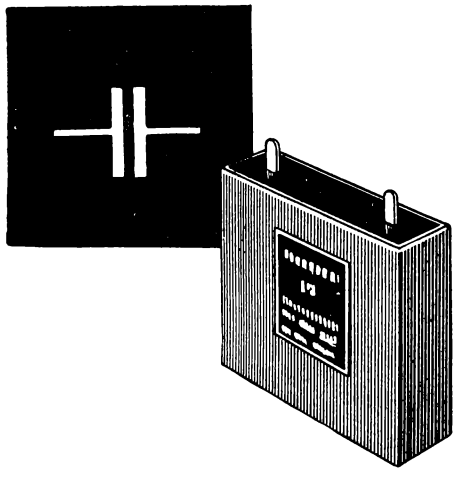


Рис. 420. Конденсатор бумажный 2МКФ 1500 вольт

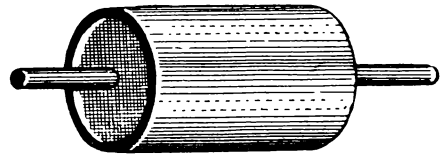


Рис. 421. Конденсатор «БИК» (безиндукционный бумажный)

с бумагой, закатываемые вместе, образуют конденсаторную секцию. Готовые секции обрабатываются горячим парафином.

Конденсаторы собираются из нескольких секций, соединенных между собой, и заключаются в металлический кожух. Наружу выводятся концы, которые припаиваются к концам проводников схемы. При монтаже бумажные конденсаторы крепятся скобками.

Увеличенные типы бумажных конденсаторов в жестяных кожухах принято называть типом «Треву». Конструктивно они отличаются от конденсаторов меньшего типа выводами, выполненными в виде болтиков с гайками для зажимания подводимых проводников.

Конденсаторы типа БК (бумажные конденсаторы) отличаются малыми габаритами и высокой диэлектрической прочностью. БК работают при напряжении постоянного тока в 200 вольт, но могут выдерживать в течение одной минуты напряжения до 800 вольт. БК рассчитаны на емкости от 3000 до 50 000 микромикрофарад и могут сохранять свою емкость при температуре +50°С и влажности воздуха не свыше 70%.

Бумажный конденсатор типа БИК (рис. 421), безиндукционный, также изготовляется из полос фольги, изолированных парафинированной бумагой, но секции складываются так, что одна полоса фольги выдается с одной стороны рулона, а вторая — с другой стороны; полосы металлической фольги, свернутой в рулон, спаиваются на торцах. Наружная обкладка конденсатора БИК выполняет роль экрана, когда она соединяется с землей. Обкладка конденсатора имеет вывод с надписью «верхняя обкладка».

Конденсаторы БИК выполнены в картонных трубках, залитых с обоих торцов асфальтовым компаундом; выводы сделаны голыми медными проводниками. В усилителе конденсатор крепится хомутиком или на весу.

Конденсаторы типа БК и БИК применяются в усилительных устройствах звукового кино преимущественно в качестве переходных конденсаторов звуковой частоты.

Слюдяные конденсаторы (рис. 422). Слюдяные конденсаторы собираются из отдельных полосок станиоля, проложенных пластинками слюды. Полоски станиоля через одну соединяются параллельно, образуя две обкладки конденсаторных секций. Выводами в конденсаторе служат латунные пластинки, выходящие из пластмассы с двух противоположных торцов конденсатора. Слюдяные конденсаторы очень надежны в работе, так как плотный бакелитовый футляр, в который они запрессованы, предохраняет их от наружных воздействий.

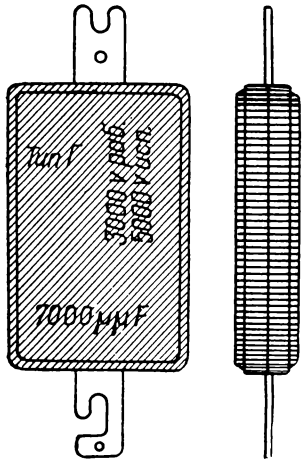


Рис. 422. Конденсатор слюдяной бакелитовый

В усилителях звукового кино применяются слюдяные конденсаторы преимущественно типа В и Г.

Электролитические конденсаторы (рис. 423). Электролитический конденсатор имеет вид алюминиевого цилиндра. Корпус является минусом; изолированный от корпуса вывод на верхнем торце эбонитовой крышки является плюсом. Диэлектриком служит тонкий слой окиси алюминия, нанесенный электролитическим путем на одну из алюминиевых обкладок.

Конденсаторная секция изготовляется из двух свернутых алюминиевых полос: оксидированной—анода и неоксидированной—катода, проложенных прокладкой из волокнистого материала, пропитанного раствором электролита.

По своим электрическим свойствам электролитические конденсаторы значительно уступают бумажным и слюдяным. Однако их преимуществом являются малые размеры при значительной емкости — несколько тысяч микрофарад для низких напряжений.

Электролитические конденсаторы применяются только для постоянного тока и имеют положительный и отрицательный выводы (полярность).

Электролитические конденсаторы очень чувствительны к температурным колебаниям: понижение температуры вызывает резкое снижение их емкости вследствие увеличения сопротивления электролита при охлаждении; в случае повышения температуры емкость увеличивается незначительно, но резко возрастает ток утечки, что может привести к нагреву конденсатора за счет тепла, выделяемого внутри током утечки.

В условиях нормальной температуры емкость конденсатора может восстанавливаться.

У конденсаторов, рассчитанных на напряжение 450 вольт, среднее значение тока утечки составляет 0,03—0,07 миллиампера на микрофараду $\left(\frac{ма}{мкф}\right)$; у конденсаторов, рассчитанных на рабочее напряжение 12 вольт, ток утечки ниже (0,001).

На электролитических конденсаторах указывается рабочее и максимальное (пиковое) напряжение, при котором конденсатор может работать некоторое время. Длительная работа при пиковом напряжении вызовет пробой конденсатора и приведет его в негодность.

Электролитические конденсаторы обладают способностью восстанавливаться после пробоя при условии, если пробой был вызван кратковременным (мгновенным) перенапряжением. При длительном пробое происходит разрушение оксидного слоя и химическое изменение электролита.

Конденсаторы полупеременные. Иногда для коррекции в усилителях звукового кино применяются конденсаторы регулируемые — полупеременные. Полупеременный конденсатор представляет собой изогнутую металлическую пластинку-обкладку *1* (рис. 424), расположенную над пластинкой-обкладкой *2*. Между ними проложена слюдяная прокладка-диэлектрик *3*. В центре пластинок и прокладки проходит сквозной винт *4*, изолированный втулкой *5* от верхней пластинки. Винт крепит конденсатор к шасси усилителя; привертыванием и отвертыванием винта регулируется зазор между пластинками-обкладками, чем достигается изменение емкости конденсатора. Посредством полупеременного конденсатора на заводе производилась регулировка — подстройка усилителя ПУ-13.

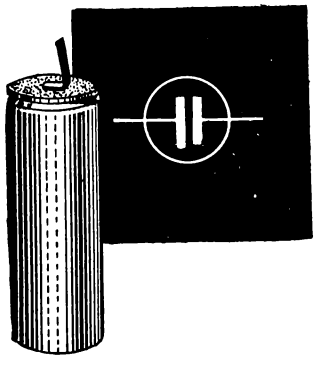


Рис. 423. Конденсатор высоковольтный электролитический

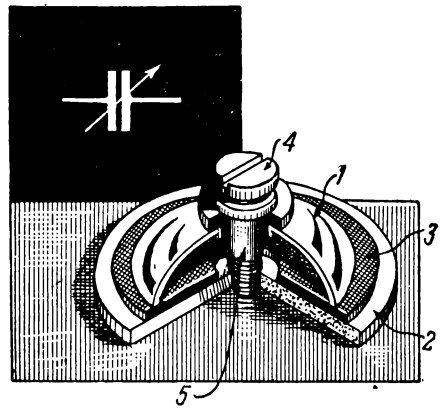


Рис. 424. Конденсатор полупеременный
1 — обкладка; *2* — обкладка; *3* — слюдяная прокладка (диэлектрик), *4* — винт; *5* — изоляционная втулка

Сопротивления

По роду применения сопротивления можно разделить на две группы: п о с т о я н н ы е и п е р е м е н н ы е.

Сопротивления различаются по их устройству: сопротивления проволочные (трубчатые) и сопротивления с активированным слоем — непроволочные (сопротивления Каминского, типа СС и сопротивления ТО).

Трубчатые сопротивления (рис. 425). Трубчатые сопротивления выполнены в виде керамической трубки с намотанной на ней высокоомной проволокой (константан, нихром); снаружи проволока покрыта слоем керамической эмали, который является надежным защитным покрытием сопротивления. Трубчатая конструкция сопротивления допускает простое крепление ее посредством стержня. По краям трубки выведены гибкие контактные проводники. На цилиндре наклеена марка с обозначением данных сопротивления. При работе сопротивления могут нагреваться до 300°С сверх окружающей температуры. Трубчатые сопротивления стойки к резким изменениям температуры.

Сопротивление Каминского (рис. 426). На фарфоровый цилиндрик нанесен покрытый защитным слоем лака слой активированного кокса, который и является сопротивлением. В качестве выводов применяются латунные обоймы, посаженные на активированный слой по краям и заканчивающиеся латунными лапками или концами проволоки. Сопротивление Каминского является наименее качественным и в настоящее время в усилителях звукового кино не применяется.

Сопротивление типа СС. Отличается от сопротивления Каминского большей стойкостью и тем, что при нормальной нагрузке оно не меняет

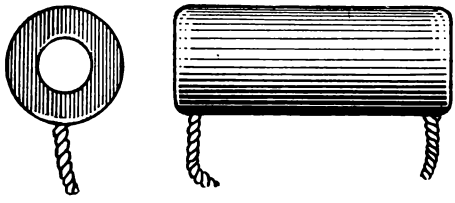


Рис. 425. Сопротивление трубчатое

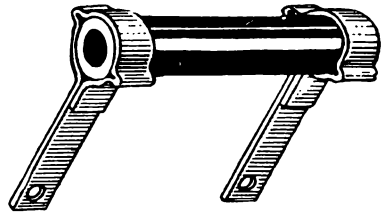


Рис. 426. Сопротивление Каминского

сопротивления от времени. Выполнено так же, как и сопротивление Каминского, но не с черным, а с серого цвета проводящим слоем. Точная подгонка сопротивления слоя до необходимой величины производится винтообразной бороздкой, суживающей и удлиняющей проводящий слой. Данные сопротивления наносятся на одной из выводных пластин его. Встречающееся обозначение «2-й сорт» следует рассматривать как сопротивления с отклонением от показанной величины на 10%. Нормальная мощность, которую можно рассеивать на сопротивлении типа СС, равна 1 ватту (в два раза больше, чем на сопротивлении Каминского).

Сопротивления типа СС выпускаются от 100 до 500 000 ом.

Сопротивление ТО (рис. 427). Сопротивление ТО (тонкослойное-опрессованное) отличается от сопротивления Каминского и СС малыми размерами; длина цилиндра сопротивления ТО равна 17 *мм*, диаметр около 4 *мм*. Выводными контактами служат гибкие проводники, которыми сопротивление соединяется пайкой с проводами монтажа или другими деталями. Тонкий проводящий слой сопротивления нанесен на стеклянную трубку длиной 12 *мм* и диаметром 1,5 *мм*. Посредством специальной пайки со слоем соединяются выводные проводники. Трубка запрессовывается внутрь изоляционного наружного цилиндрика, защищающего сопротивление от внешних влияний. Нормальная мощность, которую можно рассеять на сопротивлении типа ТО, равна 0,25 ватта.

Сопротивления типа ТО выпускаются в количестве около ста разных величин — от 500 до 10 000 000 ом.

Обозначение величин сопротивлений. Обозначение величин сопротивлений производится раскраской корпуса и одного из торцов цилиндрика сопротивления в определенные цвета. Каждый цвет окраски означает одну из цифр от 0 до 9 в следующем порядке (табл. 16):

Таблица 16

Цвет	Цифра	Число нулей	Цвет	Цифра	Число нулей
Черный	0	—	Зеленый	5	00000
Коричневый . .	1	0	Синий	6	000000
Красный . .	2	00	Фиолетовый . .	7	—
Оранжевый . .	3	000	Серый	8	—
Желтый	4	0000	Белый	9	—

Цвет корпуса сопротивления означает первую цифру числа ом; цвет окраски одного из торцов корпуса — вторую цифру числа ом; цветной

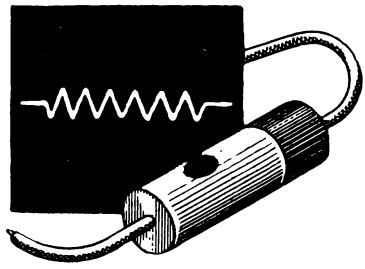


Рис. 427. Сопротивление ТО

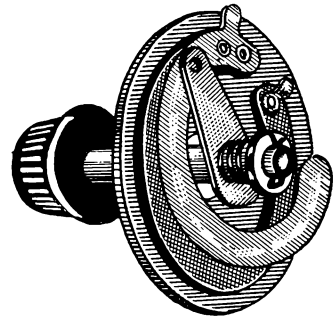


Рис. 428. Переменное высокоомное сопротивление

кружок на корпусе сопротивления — количество нулей, следующих за двумя первыми цифрами. Так, например, фиолетовая окраска корпуса с зеленым торцом и красным кружком означает сопротивление в 7500 ом.

По отклонениям от номинала на сопротивления наносятся следующие обозначения:

$\pm$ 5% — золотой ободок или точка,
$\pm$ 10% — серебряный ободок или точка,
$\pm$ 20% — без всяких дополнительных обозначений.

Электрические свойства сопротивления с активированным слоем. Сопротивления с активированным слоем от времени могут увеличивать свое сопротивление. Величина сопротивления не всегда точно соответствует обозначению. Сопротивления с активированным слоем характеризуются, кроме величины сопротивления, величиной рассеиваемой на нем мощности. При рассеивании на сопротивлении мощности выше нормы, указанной для данного сопротивления, активированный слой подвергается разрушению, и величина сопротивления может изменяться.

Переменные высокоомные сопротивления. В качестве регуляторов громкости и тонконтроля применяются переменные высокоомные сопротивления (рис. 428), состоящие из изолированного кольца, на которое нанесен слой активированного кокса.

По слою кокса перемещается металлическое кольцо, которое выгнуто так, что при вращении соприкасается со слоем кокса в точке, соответствующей положению ручки управления.

Переменные сопротивления плавно изменяют величину сопротивления и выпускаются на величину от 20 000 до 50 000 ом.

Допустимая мощность рассеивания не должна превышать 0,25 ватта.

Переменное сопротивление оформляется в корпусе из пластмассы (ПОК) или металла (ВК), служащем одновременно и экраном. Переменные сопротивления удобно крепятся на панелях посредством гайки, навертывающейся на нарезку муфты оси движка.

Моточные детали

К моточным деталям относятся трансформаторы и дроссели усилительных устройств, т. е. детали, имеющие железный сердечник с обмоткой из изолированной проволоки.

Трансформатор (рис. 429). В усилительных устройствах посредством трансформаторов осуществляется питание от сети переменного тока, связь каскадов усиления между собой, связь между оконечными лампами усилителя и громкоговорителем.

В зависимости от функций, выполняемых трансформаторами в усилителе, они подразделяются на следующие группы: а) силовые, б) выходные, в) междуламповые, г) входные и микрофонные трансформаторы.

Силовой трансформатор предназначается для повышения напряжения, подаваемого на выпрямитель, и одновременно для понижения напряжения цепей питания накалов.

Выходной трансформатор служит для связи анодной цепи ламп оконечного каскада со звуковой катушкой громкоговорителя. Выходной трансформатор передвижного усилителя имеет два вывода вторичной обмотки, к которой подключается полезная нагрузка — громкоговоритель.

Выходные трансформаторы, как правило, работают на понижение напряжения.

Переходной трансформатор (междуламповый) служит для связи анодной цепи предыдущей электронной лампы с сеточной цепью лампы или ламп (пуш-пулл). Как и выходные трансформаторы, переходные трансформаторы имеют две обмотки.

Переходные трансформаторы делаются бронированного типа; сердечники изготовляются из лучших сортов трансформаторной стали, из пластин Ш-образной формы.

Все переходные трансформаторы экранируются во избежание воздействия (наводок) магнитных полей со стороны силового и выходного трансформаторов.

Дроссель (рис. 430). В отличие от трансформатора, в котором имеются две обмотки, намотанные на железный сердечник, дроссель представляет собой железный сердечник только с одной обмоткой. Расход тока в цепи трансформатора зависит от нагрузки вторичной обмотки; если же во вторичной обмотке нагрузки нет и трансформатор работает вхолостую, величина тока, потребляемого первичной обмоткой, зависит от длины и сечения обмотки и магнитной цепи

Ток холостого хода трансформатора во много раз меньше тока нагрузки; на холостом ходу трансформатор представляет собой большое сопротивле-

ние для переменного тока, обладая малым омическим сопротивлением. Таким образом, если на сердечник намотать только одну обмотку, то для цепи переменного тока можно создать сопротивление, во много раз превосходящее величину омического сопротивления обмотки.

В усилительной аппаратуре используется свойство дросселя оказывать большое индуктивное сопротивление переменному току при малом сопротивлении постоянному току.

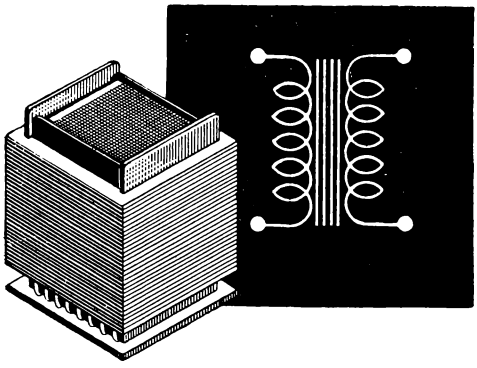


Рис. 429. Трансформатор усилительного устройства

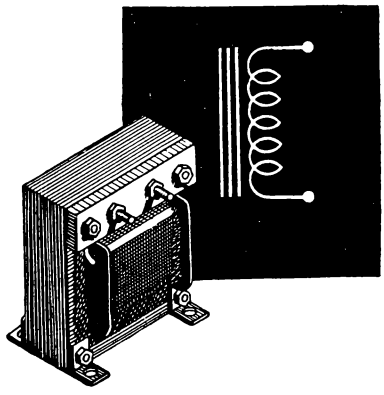


Рис. 430. Дроссель усилительного устройства

Дроссели низкой частоты, применяемые в усилительных устройствах звукового кино, имеют следующие назначения:

а) сглаживающих, б) анодных нагрузок, в) утечек сеток, г) тонконтроля.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы конденсаторов применяются в усилителях звукового кино и как они устроены?
2. Какими преимуществами и недостатками обладает электролитический конденсатор?
3. В каких цепях применяются конденсаторы бумажные, слюдяные и электролитические?
4. Как устроен полупеременный конденсатор и в каких случаях он применяется?
5. Как устроено переменное сопротивление и где оно применяется в усилителе звукового кино?
6. Какие виды сопротивлений применяются в усилителях звукового кино и как они устроены?
7. Как обозначаются величины сопротивлений на сопротивлениях ТО?
8. Какими показателями характеризуются сопротивления?
9. Какие детали усилителя называются моточными?
10. Какая разница между трансформатором и дросселем?
11. Какие функции выполняют трансформаторы в усилительных устройствах?
12. Какие функции выполняют дроссели в усилительных устройствах?

Глава 38

ПРОМЫШЛЕННАЯ УСИЛИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Усилитель ПУ-13

В качестве усилителя звуковой широкопленочной кинопередвижки К-25 и прочих вариантов этого типа, как указано выше, большое распространение получил усилитель ПУ-13.

Усилитель ПУ-13 питается от переменного тока 110 вольт.

Усилитель — трехкаскадный: два первых каскада являются усилителями напряжения, последний каскад усиливает мощность.

Первый каскад — фотокаскад—собран по схеме на сопротивлениях и имеет металлическую лампу 6Ж7. Второй каскад осуществлен на подогревной лампе СО-118, но по реостатно-трансформаторной схеме параллельного питания. Мощный каскад собран по двухтактной схеме (пуш-пулл) с лампой УО-186 в каждом плече.

Электрические данные усилителя ПУ-13

Номинальная мощность на выходе усилителя	6 *вт*
Коэфициент нелинейных искажений: на 100 *гц* .	6 %
на 1 000 *гц*	4 %

Воспроизводимая полоса частот — от 80 до 6000 герц с допуском в пределах плюс 2 и минус 4 децибела. Наличие тонконтроля допускает снижение относительно уровня на частоте 1 000 герц:

Низких частот (800 — 1000 *гц*)	8—10 *дц*
Высоких частот (6 000 *гц*)	18—20 *дц*

Уровень помех усилителя с открытым входом не превышает 0,4 —0,5% относительно номинальной мощности усилителя.

Частотная характеристика показана на рис. 418.

Внешний вид. Размеры усилителя 420×240—205 (вес 18 *кг*.). Все детали и монтаж усилительного устройства расположены на шасси, закрываемом съемным кожухом с ручкой для переноски усилителя.

Кожух усилителя снабжен отверстиями для вентиляции и крепится на шасси четырьмя крючками-замками.

Усилитель хранится и транспортируется в специальном чемодане, снабженном крючками-замками и ручкой для переноски.

На шасси усилителя размещены лампы, трансформаторы, дроссели, электролитические конденсаторы и другие крупные детали. В нижней части шасси под крышкой основания расположены сопротивления, конденсаторы и весь электрический монтаж усилителя.

Спереди (рис. 431) на усилителе укреплены три ручки: правая — регулятор громкости; средняя — тонконтроль для регулирования уровня низких частот на выходе усилителя; левая — тонконтроль для регулировки уровня высоких частот на выходе усилителя.

При положении ручек тонконтроля влево до отказа (против часовой стрелки) частотная характеристика усилителя нормальная, т. е. соответствует характеристике, показанной на рис. 418.

При повороте ручек вправо по часовой стрелке уровень высоких и низких частот соответственно снижается.

Слева от ручек управления на боковой стенке шасси усилителя поме-

щаются два утопленных штырька для подачи в усилитель переменного тока 110 вольт посредством колодки.

Справа от ручек управления на боковой стенке шасси помещается панель для включения шланга, соединяющего усилитель с фотоэлементом проектора. Рядом помещаются штепсельные гнезда, в которые включаются адаптер при проигрывании граммпластинок и клемма «земля».

Сзади на шасси помещается панель для включения колодки кабеля громкоговорителя.

В рабочем положении усилитель сверху закрыт кожухом. Снизу шасси закрыто металлическим дном, привернутым четырьмя винтами.

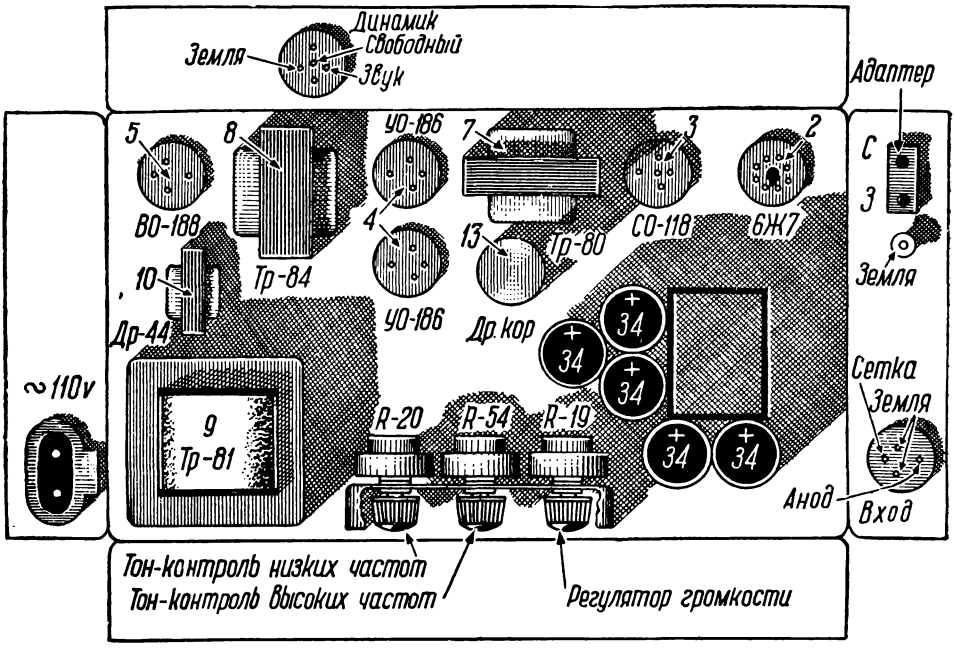


Рис. 431. Расположение деталей на шасси усилителя ПУ-13

Схема усилителя. На рис. 432 приведена принципиальная схема усилителя ПУ-13.

Схема входа усилителя рассчитана на работу от двух источников возбуждения: фотоэлемента и адаптера. С фотоэлемента переменное напряжение поступает на сетку первой лампы через конденсатор *30*. Нагрузкой фотоэлемента служит сопротивление *27*. Сопротивление *51* является утечкой сетки первой лампы.

Адаптер включается в усилитель штепсельной вилкой в гнезда *60*. Так как адаптер дает напряжение порядка 100 милливольт, а для получения номинальной мощности на вход нужно подавать значительно меньше, то напряжение, отдаваемое адаптером, делится посредством делителя с двумя сопротивлениями *40* и *21*.

Сопротивление *55* в первом каскаде — нагрузочное, а сопротивление *21* — развязывающее.

Смещение на сетку лампы подается за счет падения напряжения на сопротивлении *52* зашунтированным конденсатором *35*. Сопротивление *43* включено в экранную сетку для понижения подаваемого на нее напря-

жения. Конденсаторы *50* и *57* — развязывающие; конденсатор *31* — переходной.

В сетке лампы второго каскада в качестве утечки включен потенциометр *19*, используемый как регулятор громкости. Подача на сетку второй лампы осуществляется посредством конденсатора *31*. Смещение на сетку лампы автоматическое и осуществляется сопротивлением *48* и конденсатором *35*.

В аноде лампы включено сопротивление *21* и параллельно ему трансформатор *7* и дроссель *13* с включенным последовательно переменным сопротивлением *20*. Переход на трансформатор осуществлен посредством конденсатора *50*. Цепь дроссель — переменное сопротивление шунтирует первичную обмотку трансформатора и является тонконтролем, регулирующим уровень низких частот на выходе усилителя. Уровень низких частот на выходе уменьшается с уменьшением величины сопротивления.

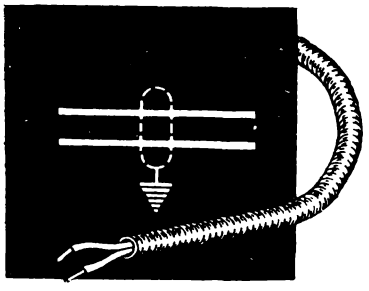


Рис. 433. Шланг, соединяющий фотоэлемент проектора с усилителем (экранированный), и его условное обозначение

Шланг, соединяющий фотоэлемент проектора с усилителем (рис. 433), может рассматриваться как конденсатор, поскольку он состоит из металлических проводов изоляции и металлической оболочки. Включенный параллельно входному сопротивлению, он может влиять на частотную характеристику всего тракта, заваливая высокие частоты, поэтому самоиндукция рассеяния переходного трансформатора настроена конденсатором *58* в резонанс на частоте 5500—6000 герц, что создает подъем на этих частотах и тем самым выравнивает частотную характеристику.

Во вторичной обмотке переходного трансформатора *7* включены конденсатор *53* и переменное сопротивление *54*, составляющие регулятор уровня высоких частот. С уменьшением сопротивления уровень высоких частот падает.

Смещение на сетках мощного каскада создается за счет падения напряжения на катушке возбуждения громкоговорителя, включенной в минусовую цепь выпрямителя.

Так как падение напряжения на катушке возбуждения 72 вольта при потребности в 45 вольт, параллельно возбуждению включен делитель из двух сопротивлений — *21* и *41*. Выходной трансформатор *8*, включенный в анодную цепь ламп оконечного каскада, работает непосредственно на звуковую катушку громкоговорителя. Сопротивление выхода 12 ом. Сопротивление *56* применяется как дополнительная нагрузка на выпрямитель для получения нужного тока в обмотке возбуждения громкоговорителя.

Питание усилителя производится от выпрямителя, смонтированного на общем шасси.

В цепь питания усилителя включен фильтр для уменьшения пульсации питающего тока. Фильтр состоит из дросселя *10*, сопротивления *15* и конденсаторов *34*. Питание на мощный каскад подается после дросселя и катушки возбуждения громкоговорителя, используемой также как дроссель фильтра.

Питание на предварительный усилитель и питание анода фотоэлемента подаются после фильтрующего сопротивления.

Так как напряжение, подводимое к анодам первых ламп, выше, чем нужно для фотоэлементов, питание его производится от делителя, соста-

вленного из сопротивлений *25* и *26*. Последовательно в цепь фотоэлемента включена развязывающая ячейка, составленная из сопротивления *43* и конденсатора *32*.

Подводимые напряжения

На первой ячейке фильтра	355 *в*
На аноде оконечного каскада	275 *в*
На предварительном усилении	295 *в*
Потребляемый ток от выпрямителя	150 *ма*

Питание накалов производится от соответствующих обмоток силового трансформатора *9*.

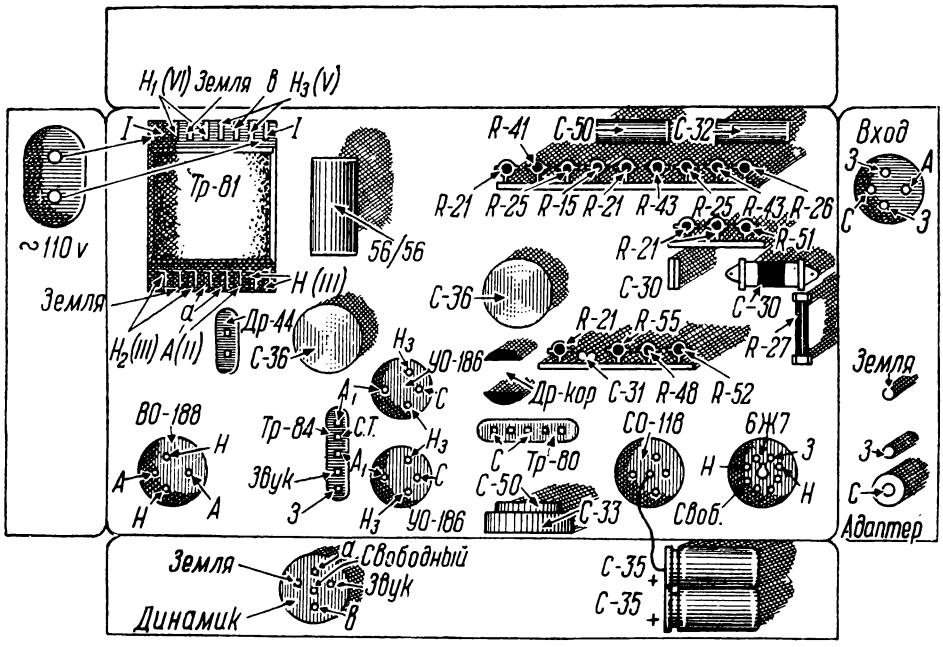


Рис. 434. Расположение деталей внутри шасси усилителя ПУ-13

Номинальное напряжение электросети 110 вольт; потребляемый ток 1,3 ампера, потребляемая мощность 143 ватта.

Приведенные схема, описание и спецификация деталей, входящих в ПУ-13, относятся только к данной схеме. В свое время заводы выпускали усилители под маркой ПУ-13 с отклонениями от приведенной схемы в значительном количестве вариантов; поэтому в практике могут встречаться усилители ПУ-13 со схемами, не совпадающими в деталях с рассмотренной выше, хотя принципиально и не имеющими значительных отклонений.

На рис. 434 показано расположение деталей внутри шасси усилителя ПУ-13.

Усилители ПУ-13 комплектуются громкоговорителями типа ДАТ-4.

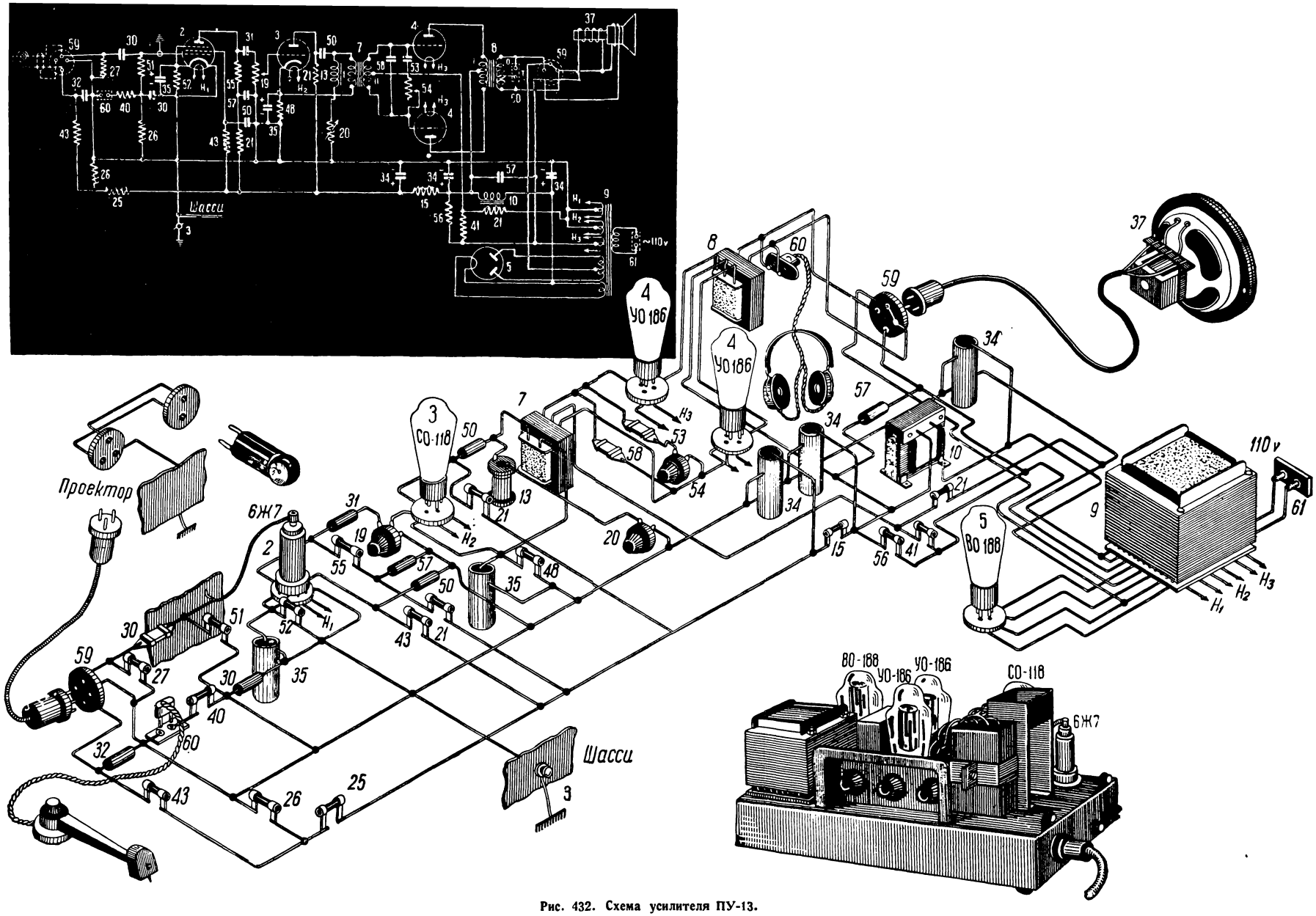


Рис. 432. Схема усилителя ПУ-13.

Спецификация усилителя ПУ-13 (рис. 432)

Обозначения	Наименование	Технические данные	Количество
1	Фотоэлемент	ЦГ4150 $\frac{мка}{лм}$	1
2	Лампа	6Ж7	1
3	»	СО-118	1
4	»	УО-186	2
5	»	ВО-188	1
7	Трансформатор переходной	Тр-80 ЖШ—19×20; I—3500 витков ПЭ ∅ 0,10; II—2×7000 витков ПЭ ∅ 0,08	1
8	» выходной	Тр-84 ЖШ—19×30; I—2×900 витков ПЭ ∅ 0,21; II—100 витков ПЭ ∅ 1,0	
9	» силовой	Тр-81 ЖШ—28×60; I—295 витков ПЭ ∅ 0,8; II—2×950 витков ПЭ ∅ 0,3; III—11 витков ПЭ ∅ 1·1; IV—2×5 витков ПЭ ∅ 0,8; V—5+6 витков ПБД ∅ 1,4; VI—2×8 витков ПЭ ∅ 0,5	1
10	Дроссель фильтра	Др-44 ЖШ 11×15 2500 витков ПЭ ∅ 0,3	1
13	» коррекции низкой частоты	ПУ—10 / 0,2—00 15 000 витков ПЭ ∅ 0,08	1
15	Сопротивление фильтра	ТО 2000 ом	1
19	Регулятор громкости	ПСК 500 000 ом	1
20	» тона низкой частоты	ПСК 100 000 ом	1
21	Сопротивление	ТО 20 000 ом	4
25	»	ТО 100 000 ом	1
26	»	ТО 240 000 ом	1
27	»	ТО 1 500 000 ом	1
30	Конденсатор	Слюдяной 5 000 *мкмкф* 500 *в*	2
31	Конденсатор	Бумажный 0,025 *мкмкф* 300 *в*	1
32	Конденсатор	Бумажный 0,1 *мкф* 300 *в*	1
34	»	Электролитический 10 *мкф* 450 *в*	3
35	»	» 20 *мкф* 10 *в*	2
37	Громкоговоритель	ДАТ-4 Сопротивление звуковой катушки 12 ом; сопротивление катушки возбуждения 400 ом	1
40	Сопротивление	ТО 80 000 ом	1
41	»	ТО 32 000 ом	1
43	»	ТО 2 000 000 ом	2
48	»	ТО 1 000 ом	1
50	Конденсатор	Бумажный 0,3 *мкф* 300 *в*	2
51	Сопротивление	ТО 750 000 ом	1
53	Конденсатор	Слюдяной 300 *мкмкф* 250 *в*	1
54	Регулятор тона высоких частот	ПСК 500 000 ом	1
55	Сопротивление	ТО 500 000 ом	1
56	»	Проволочное эмалированное 6 000 ом составлено из двух штук	1
57	Конденсатор	Бумажный 2 *мкф* 300 *в*	2
58	»	Слюдяной 50 *мкмкф* 500	1
59	Панель ламповая	Для включения шланга фотоэлемента и громкоговорителя	2
60	Панель	С телефонными гнездами	2
61	Розетка штепсельная	Для включения питания усилителя	1

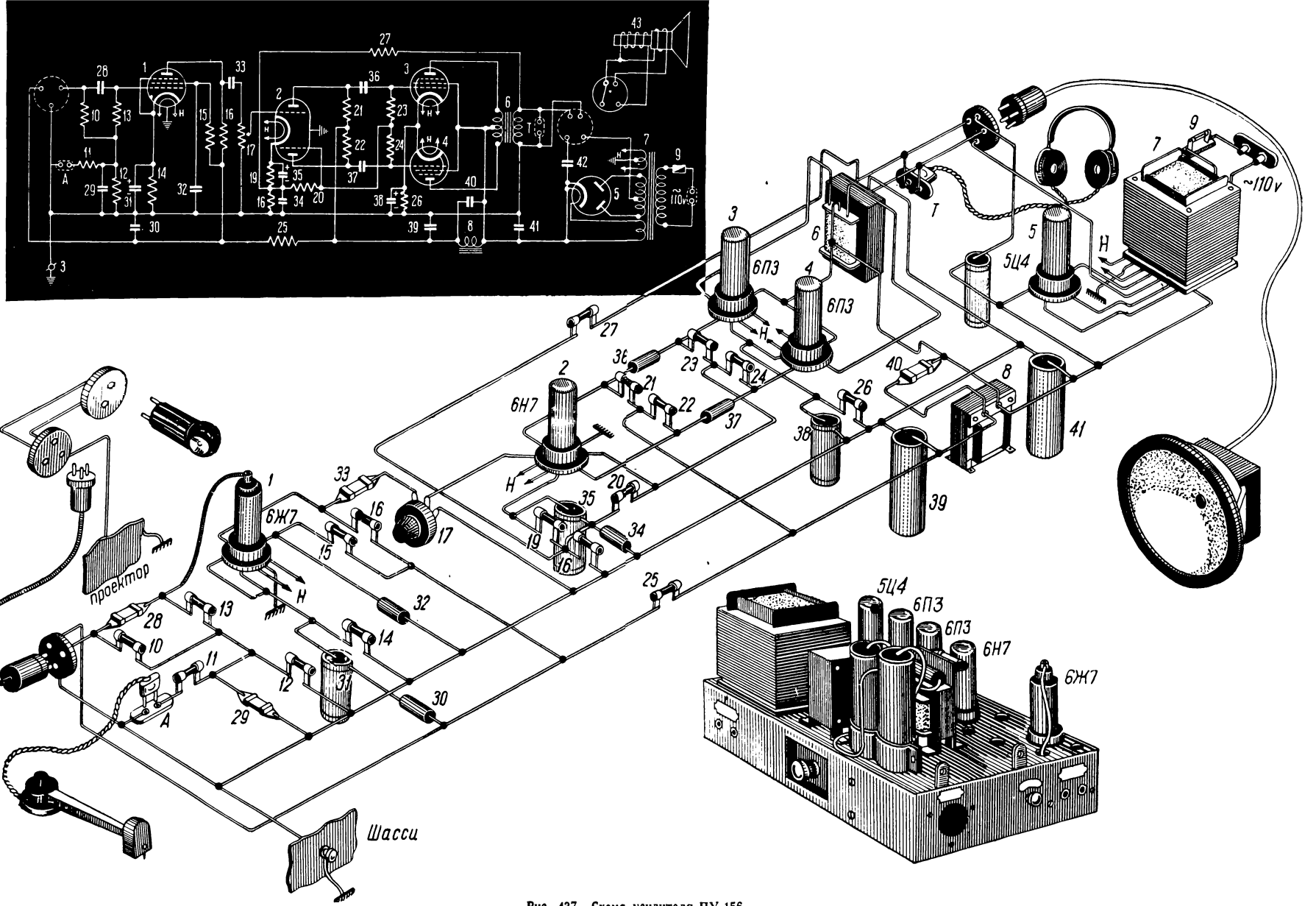


Рис. 437. Схема усилителя ПУ-156.

Спецификация усилителя ПУ-156 (рис. 437)

Обозначения	Наименование	Данные	Тип или марка	Примечание
1	Электронная лампа		6Ж7	или VT-91
2	» »		6Н7	
3	» »		6П3	
4	» »		6П3	
5	» »		5Ц4	
6	Трансформатор выход.	Iа—1100 витков ПЭ ⌀0,2 Iб—1100 витков ПЭ ⌀0,2 II— 120 витков ПЭ ⌀0,93	Тр-213	ЖШ—19×30
7	Трансформатор силовой	I—295 витков ПЭ ⌀ 0,8 II—2×700 витков ПЭ ⌀ 0,31—0,35 III—2×9 витков ПЭ—ПБД ⌀ 1,2 IУ — 14 витков ПЭ—ПБД ⌀ 1,2	Тр-215а	ЖШ—28×60
8	Дроссель фильтра	9000 витков ПЭ ⌀ 0,15	Др-202	ЖШ—11×15
9	Предохранитель	Плавкий на 2 *а*	Бозе	
10	Сопротивление постоян.	5,6 *мгом* ±10%	ТО	
11	» »	80 000 ом ±20%	»	
12	» »	20 000 ом±20%	»	
13	» »	0,75 *мгом* ±10%	»	
14	» »	4 400 *мгом* +10—5%	»	
15	» »	2 *мгом* ±20%	»	
16	» »	0,5 *мгом* —15%	»	
17	» переменное	0,75 *мгом*—20%	ВК	
18	» постоянное	300 ом ±5%	ТО	
19	» »	1500 ом ±10%	»	
20	» »	30 000 ом ±10%	»	
21	» »	200 000 ом ±20%	»	
22	» »	200 000 ом ±20%	»	
23	» »	67 *мгом* ±10%	СС	Подбираются парами с допуском в одну сторону
24	» »	61 *мгом* ±10%	»	
25	» »	60 000 ом±10%	ТО	
26	» проволочное эмалированное	125 ом ±7%	Тип 1	
27	» »	6800 ом ±10%	ТО	Подбираются парой с *R*-9 с допуском в одну сторону
28	Конденсатор слюдяной	2 000 *мкмкф* 500 *в*	САМ или МОС	
29	» »	5 000 *мкмкф* 500 *в*	»	
30	» бумажный	1 *мкф* 260 *в*	МК-260-1	
31	» электролит.	20 *мкф* 20 *в*	КЭС-20-20	
32	» бумажный	0,1 *мкф* 200 *в*	БК-200-0,1	
33	» слюдяной	5 000 *мкмкф* 500 *в*	САМ или КОС	
34	» бумажный	0,25 *мкф* 200 *в*	БК-200-0,25	
35	» электролит.	20 *мкф* 20 *в*	КЭС-20-20	
36	» бумажный	0,1 *мкф* 300 *в*	БК-300-0,1	
37	» »	0,1 *мкф* 300 *в*	»	
38	» электролит.	20 *мкф* 20 *в*	КЭС-20-20	
39	» »	5 *мкф* 350*в*	КЭС-350-5	
40	» бумажный	0,1 *мкф* 200 *в*	БК-200-0,1	Малый габарит
41	» электролит.	5 *мкф* 350 *в*	КЭС-350-5	
42	» »	10 *мкф* 450 *в*	КЭС-450-10	Малый габарит
43	Громкоговоритель	Обмотка возбуждения 72 *в* 125 *ма*. Звуковая обмотка 12 ом		

Усилители ПУ-155 и ПУ-156

Номинальная мощность усилителей ПУ-155 и ПУ-156 на выходе 6 ватт такая же, как и усилителя ПУ-13.

Усилители собраны на новых современных лампах в отличие от усилителя ПУ-13, в котором установлены преимущественно устаревшие типы ламп, частично снятые с производства.

Электрические показатели усилителей ПУ-155 и ПУ-156 (коэфициент нелинейных искажений, воспроизводимая полоса частот, уровень помех) значительно благоприятнее по сравнению с усилителем ПУ-13.

Усилитель собран на шасси, внизу которого размещаются монтаж усилителя, конденсаторы и сопротивления. На шасси размещены лампы, трансформаторы и другие крупные детали.

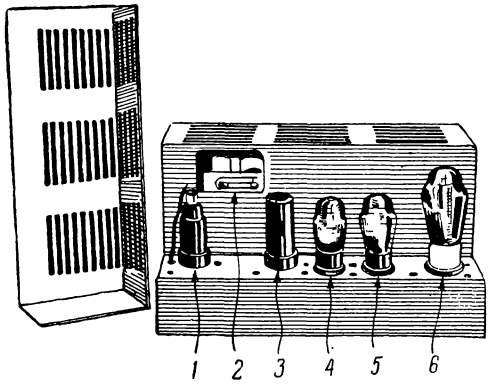


Рис. 435. Общий вид усилителя ПУ-155-156 со снятым кожухом

Шасси закрывается металлическим кожухом, состоящим из двух частей: одна часть кожуха закрывает наглухо все детали, кроме электронных ламп; вторая часть легко снимается и открывает доступ к лампам.

Размеры усилителя: длина — 282 *мм*; ширина — 164 *мм*; высота — 184 *мм*.

Вес — 8 *кг*.

На рис. 435 показан общий вид усилителя ПУ-155-156.

Усилители ПУ-155 комплектуются громкоговорителями ГДД-155 в чемоданах Дч-155; усилители ПУ-156 — говорителями ГДД-156 в чемоданах Дч-155.

На рис. 436 приведена принципиальная схема усилителя ПУ-155.

На рис. 437 приведена схема усилителя ПУ-156.

Усилитель передвижной «Телефункен»

Усилитель «Телефункен» (рис. 438) входит в комплект кинопередвижки GTW. Мощность усилителя 20 ватт. Вес усилителя 17,5 *кг*.

Схема представляет собой трехкаскадный усилитель с металлическими лампами. Два первых каскада работают с пентодами 6Ж7, третий оконечный каскад пуш-пулл — на двух лампах 6Л6.

Выпрямитель работает на двух кенотронах 5Ц4С.

Усилитель рассчитан на работу с двумя проекторами и имеет две панели для включения шлангов фотоэлементов (рис. 439).

Сигнал на сетку первой лампы 6Ж7 поступает от одного или двух параллельно включенных фотоэлементов. От адаптера сигнал подается через два последовательно включенных делителя напряжения, понижающие сигнал в три раза.

Усилитель работает на два громкоговорителя, смонтированных в общем деревянном чемодане.

Схема усилителя показана на рис. 440.

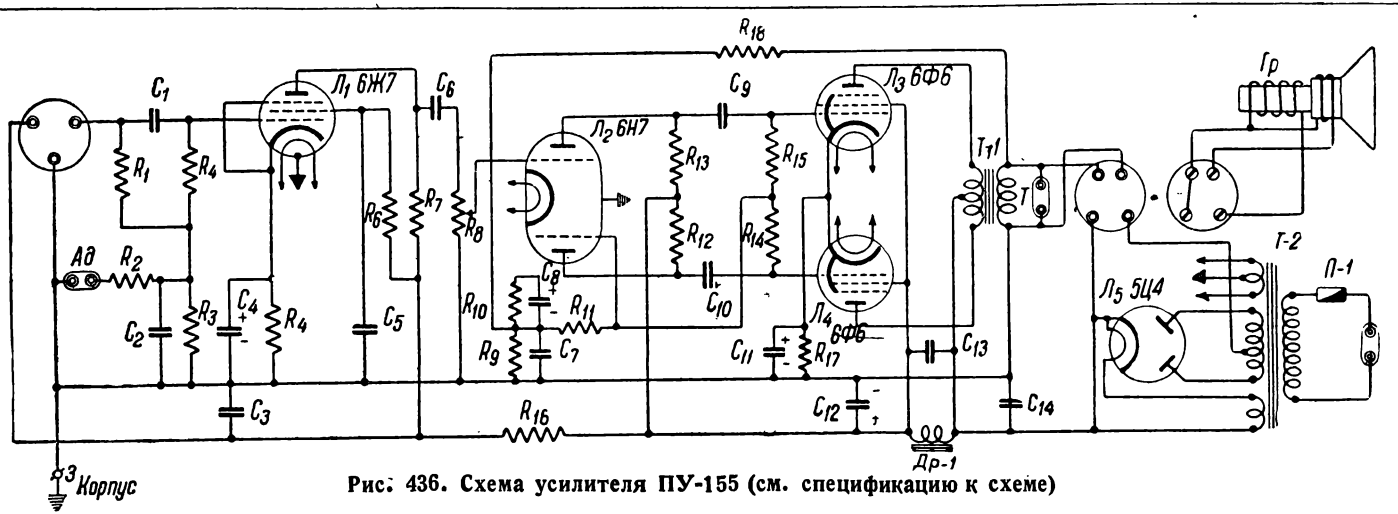


Рис. 436. Схема усилителя ПУ-155 (см. спецификацию к схеме)

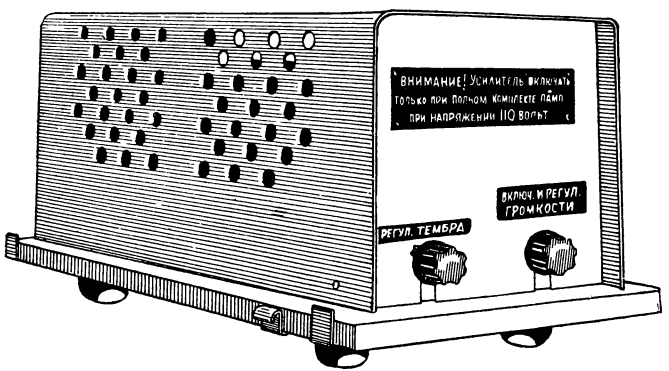


Рис. 438. Усилитель «Телефункен» (вид спереди)

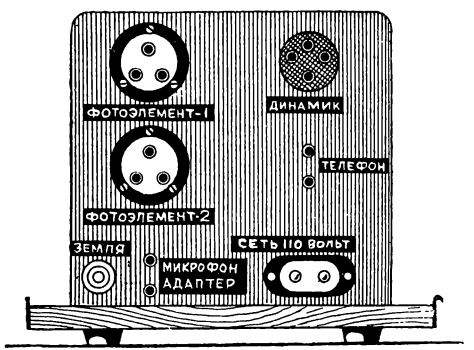


Рис. 439. Усилитель «Телефункен» (задняя панель)

Спецификация усилителя ПУ-155 (рис. 436)

Обозначения	Наименование	Данные	Тип или марка	Примечание
Л-1	Электронная лампа		6Ж7	или VT-91
Л-2	» »		6Н7	
Л-3	» »		6Ф6	
Л-2	» »		6Ф6	
Л-5	» »		5Ц4	
Т-1	Трансформатор выходной	Iа — 1 400 витков ПЭ ∅ 0,2 Iб — 1 400 » ПЭ ∅ 0,2 II — 105 » ПЭ ∅ 1,08	Тр-206	ЖШ-19 × 30
Т-2	Трансформатор силовой	I — 295 » ПЭ ∅ 0,69—0,8 II — 2 × 700 » ПЭ ∅ 0,29 — 0,35 III — 2 × 96 » ПЭ — ПБД ∅ 1,2 IV — 14 » ПЭ — ПБД ∅ 1,2	Тр-207	ЖШ-28 × 60
Др-1	Дроссель фильтра	9000 витков ПЭ∅0,15	Др-202	ЖШ-11 × 15
П-1	Предохранитель	Плавкий на 2 *а*	Бозе	
R-1	Сопротивление постоянное	1,5 *мгом* ± 10%	ТО	
R-2	» »	80 000 ом ± 20%	ТО	
R-3	» »	20 000 ом ± 20%	ТО	
R-4	» »	750 000 ом ± 10%	ТО	
R-5	» »	2 700 ом ± 10%	ТО	
R-6	» »	2 *мгом* ± 20%	ТО	
R-7	» »	500 000 ом ± 10%	ТО	
R-8	» переменное	600 000 ом ± 20%	ВК	
R-9	» постоянное	300 ом ± 5%	ТО	или проволочное
R-10	» »	1 500 ом ± 10%	ТО	
R-11	» »	30 000 ом ± 10%	ТО	
R-12	» »	200 000 ом ± 20%	ТО	
R-13	» »	200 000 ом ± 20%	ТО	
R-14	» »	67 000 ом ±5%	СС	Подбираются парами с допуском в одну сторону
R-15	» »	61 *мгом* ± 5%	СС	*R*-15 с *R*-14
R-16	Сопротивление постоянное	140 *мгом* ± 10%	ТО	
R-17	» проволочное эмалированное	250 ом ± 7%	Тип 1	
	» постоянное	4 *мгом* 10%	ТО	Подбирается парой с допуском в одну сторону
С-1	Конденсатор слюдяной	5000 *мкмкф* 500 *в*	САМ или КАС	
С-2	» »	5000 *мкмкф* 500 *в*		
С-3	» бумажный	0,5 *мкф* 200 *в*	БК 200-0,5	
С-4	» электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	
С-5	» бумажный	0,1 *мкф* 200 *в*	БК 200-0,1	
С-6	» слюдяной	5000 *мкмкф* 500 *в*	САМ или КОС	

Продолжение

Обозначения	Наименование	Данные	Тип или марка	Примечание
С-7	Конденсатор бумажный	0,25 *мкф* 200 *в*	БК 200-0,2	
С-8	» электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	
С-9	» бумажный	0,1 *мкф* 300 *в*	БК 300-0,1	
С-10	» »	0,1 *мкф* 300 *в*	»	
С-11	» электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	
С-12	» »	10 *мкф* 450 *в*	КЭС 350-10	
С-13	» бумажный	0,1 *мкф* 200 *в*	БК 200-0,1	
С-14	» электролитический	10 *мкф* 350 *в*	КЭС 350-10	
Гр.	Громкоговоритель	Обмотка возбуждения 270 *в* 42 *ма*		
		Звуковая обмотка	12 ом	

Усилители для узкопленочников

Узкопленочные киноустановки комплектуются усилителями ПУ-12, во многом сходными с усилителем ПУ-13. Проекторы последних выпусков

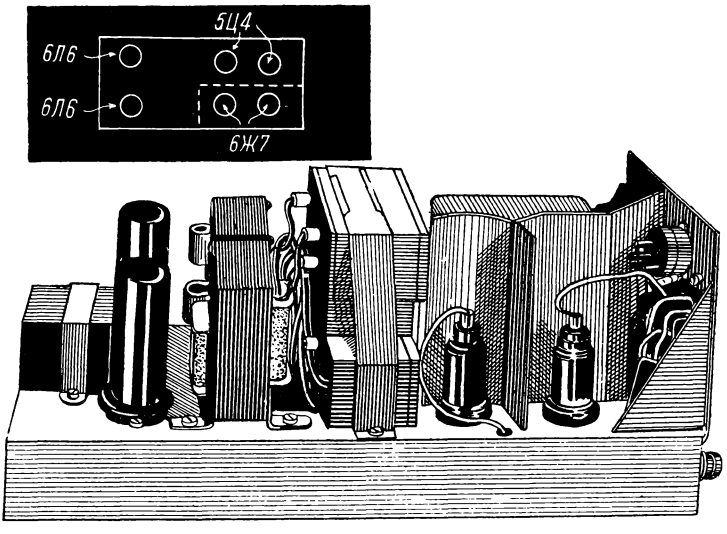


Рис. 440. Усилитель «Телефункен» со снятым кожухом

комплектуются усилителями ПУ-12М и ПУ-46, собранными по новой схеме на новых лампах. Описание усилителей к узкопленочникам приведено в главе «Узкопленочное кино».

Неисправности в звуковоспроизводящем тракте

Описать все могущие встретиться на практике случаи неисправности усилителей не представляется возможным. Ниже приводятся наиболее типичные случаи, часто встречающиеся во время работы. Для того, чтобы

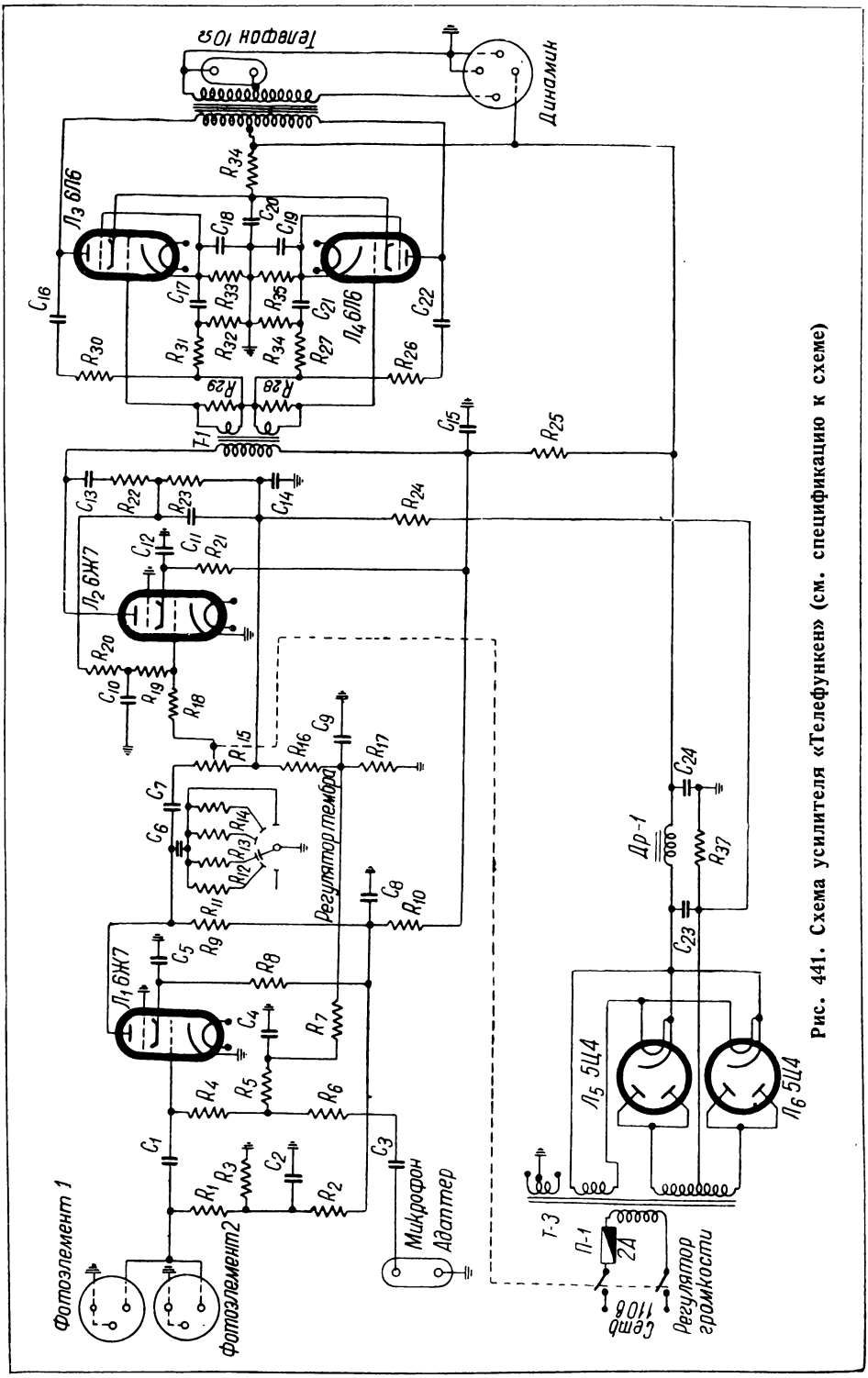


Рис. 441. Схема усилителя «Телефункен» (см. спецификацию к схеме)

Спецификация усилителя «Телефункен» (рис. 441)

Обозначения	Наименование	Данные	Тип или марка
Л-1	Электронная лампа		6Ж7
Л-2	» »		6Ж7
Л-3	» »		6Л6
Л-4	» »		6Л6
Л-5	» »		5Ц4
Л-6	» »		5Ц4
Т-1	Трансформатор переходной		
Т-2	» выходной		
Т-3	» силовой		
Др-1	Дроссель фильтра		
П-1	Предохранитель плавкий на 2 *а*		Бозе
R- 1	Сопротивление постоянное	500 000 ом	
R- 2	» »	500 000 ом	
R- 3	» »	500 000 ом	
R- 4	» »	1 *мгом*	
R- 5	» »	25 000 ом	
R- 6	» »	50 000 ом	
R- 7	» »	1 *мгом*	
R- 8	» »	1 *мгом*	
R- 9	» »	250 000 ом	
R-10	» »	300 000 ом	
R-11	» »	500 000 ом	
R-12	» »	125 000 ом	
R-13	» »	25 000 ом	
R-14	» »	5 000 ом	
R-15	» переменное	1 *мгом*	
R-16	» постоянное	1 *мгом*	
R-17	» »	1 *мгом*	
R-18	» »	500 000 ом	
R-19	» »	2 *мгом*	
R-20	» »	3 *мгом*	
R-21	» »	250 000 ом	
R 22	» »	2 *мгом*	
R-23	» »	300 000 ом	
R-24	» »	100 000 ом	
R-25	» »	5 000 ом	
R-26	» »	100 000 ом	
R-27	» »	5 000 ом	
R-28	» »	1 *мгом*	
R-29	» »	1 *мгом*	
R-30	» »	100 000 ом	
R-31	» »	5 000 ом	
R-32	» »	200 000 ом	
R-33	» »	400 ом	
R-34	» »	200 000 ом	
R-35	» »	400 ом	
R-36	» »	5 000 ом	
R-37	» »	30 ом	
С- 1	Конденсатор бумажный	5000 *мкмкф*	
С- 2	» »	4 *мкф*	
С- 3	» »	0,1 *мкф*	
С- 4	» »	0,5 *мкф*	
С- 5	» »	0,5 *мкф*	
С- 6	» »	500 *мкмкф*	
С- 7	» »	5000 *мкмкф*	
С- 8	» »	4 *мкф*	
С- 9	» »	0,5 *мкф*	

Продолжение

Обозначения	Наименование	Данные	Тип или марка
С-10	Конденсатор бумажный	30 *мкмкф*	
С-11	» »	50 *мкмкф*	
С-12	» »	0,5 *мкф*	
С-13	» »	5000 *мкмкф*	
С-14	» »	0,5 *мкф*	
С-15	» »	4 *мкф*	
С-16	» »	0,1 *мкф*	
С-17	« »	1 *мкф*	
С-18	» »	КУ-25 *мкф*	
С-19	» »	КУ-25 *мкф*	
С-20	» »	4 *мкф*	
С-21	» »	1 *мкф*	
С-22	» »	0,1 *мкф*	
С-23	» »	8 *мкф*	
С-24	» »	8 *мкф*	

быстро обнаружить причины неисправности, нужно ясно себе представить процессы, происходящие в устройстве.

Неисправности в работе звуковоспроизводящего тракта могут быть вызваны большим количеством разнообразных причин. Проверку целесообразно вести, начиная с наиболее легко обнаруживаемой неисправности, т. е. не требующей проверки внутреннего монтажа или деталей устройств и их разборки, постепенно переходя к наиболее трудно обнаруживаемым неисправностям.

Ниже перечисляются неисправности звуковоспроизводящего тракта, подлежащие исправлению непосредственно киномехаником. Исправление более сложных неисправностей производится, как правило, квалифицированным мастером, располагающим электроизмерительной и контрольной аппаратурой, соответствующими инструментами, деталями и материалами.

В случае отсутствия звука обнаружение неисправности необходимо проверять в следующей последовательности: 1) подачу тока на усилитель, обратив внимание на исправность предохранителя; 2) накал звуковой лампы; 3) положение окна кожуха фотоэлемента и поступление лучей света на анод фотоэлемента, модулируя свет между микрооптикой и звуковым барабаном; 4) накал всех электронных ламп усилителя, пробуя наощупь их нагрев; 5) плотность контактов ламповых штырьков усилителя; 6) плотность контактов в колодках шланга фотоэлемента, включаемых в проектор и усилитель; 7) плотность контактов в колодке включения громкоговорителя; 8) исправность фотоэлемента путем замены его проверенным; 9) намагничивание скобы громкоговорителя.

Если предварительная проверка результатов не дала, необходимо перейти к проверке электрических цепей: включить усилитель с громкоговорителем, звуковую лампу и регулятор громкости поставить в среднее положение. Вынуть из проектора колодку шланга фотоэлемента и штырьком «анод» колодки прикоснуться к клемме «земля» на усилителе; если при касании проскакивает искра, значит цепь питания анода фотоэлемента в исправности. Исправность цепи катода фотоэлемента проверяется прикосновением пальца к штырьку «Катод» колодки шланга фотоэлемента.

Исправность цепи «земля» проверяется посредством электрического замыкания штырьков «катод» и «земля» колодки шланга фотоэлемента. При замыкании указанных штырьков в громкоговорителе не должны прослушиваться какие-либо звуки. Причиной отсутствия звука может быть отсутствие контакта между штырьком «земля», корпусом колодки шланга фотоэлемента и корпусом проектора. Замкнув металлическим предметом корпус колодки с корпусом проектора, проверить исправное состояние этих соединений.

Если прикосновением штырьком «анод» колодки шланга фотоэлемента к контакту «земля» искра обнаружена, т. е. анодная цепь фотоэлемента в исправности, но прикосновение пальцем к штырьку «катод» не вызывает в громкоговорителе сильного звука, проверку следует повторить на контрольный телефон, тем самым проверяя исправность громкоговорителя. Если и в телефоне звук не будет обнаружен, причину следует искать в контактах цепи «катод» фотоэлемента в соединительных проводах шланга фотоэлемента. Нужно проверить, не соединяется ли с корпусом контактная пружина, соприкасающаяся с выводом «сетка» лампы 6Ж7. Такое случайное соединение может явиться причиной отсутствия звука.

При проверке причины отсутствия звука может быть обнаружено перегорание предохранителя усилителя. Поставив новый предохранитель, может появится чрезмерно яркое свечение кенотронов (аноды накаливаются докрасна), что свидетельствует о пробое первого конденсатора фильтра.

Если в момент пробы на искру (на разряд) обоих конденсаторов фильтра на одном из них искра разряда не будет обнаружена, это свидетельствует о пробое того конденсатора, у которого искры нет. Чтобы не сорвать работу, можно отсоединить один из выводов пробитого конденсатора и довести сеанс на пониженном качестве звучания (с увеличенным фоном), но после окончания сеанса пробитый конденсатор должен быть немедленно заменен новым.

Звуковоспроизведение сопровождается сильным фоном; прикосновение пальцем к клемме усилителя «земля» вызывает резкое снижение фона; это свидетельствует об отсутствии или недостаточно качественном заземлении усилителя.

Аналогичное явление будет наблюдаться в случае отсутствия контакта между штырьком «земля» колодки шланга фотоэлемента и корпусом проектора, а также в случае обрыва провода «земля» в шланге фотоэлемента.

Отсутствие звука может быть вызвано пробоем одного из конденсаторов фильтра, в результате чего выпрямленный ток не попадает в усилитель. В этом случае пробитый конденсатор можно отключить и довести сеанс до конца.

Если в усилительном устройстве неисправности не обнаружены, намагничивание скобы громкоговорителя нормально, а звук все же отсутствует, необходимо проверить целость звуковой катушки, подключив к ее лепесткам на громкоговорителе головной телефон.

Явление постепенного снижения уровня громкости во время работы часто вызывается неисправностью электролитического высоковольтного конденсатора, фильтра выпрямителя. Вследствие возрастания тока утечки снижается анодное напряжение на лампах и падает коэфициент усиления. Конденсатор с большой утечкой обычно сильно нагревается и поэтому легко обнаруживается; сеанс можно довести до конца, отключив нагревшийся конденсатор.

Встречаются явления, когда усилитель в момент включения действует нормально, но через некоторое время звук исчезает. При повторных

включениях указанные явления повторяются. Это может быть вызвано неисправностью сопротивления, включаемого в экранную сетку лампы 6Ж7. В случае отсутствия запасного сопротивления можно нанести на сопротивление несколько линий мягким графитным карандашом и довести сеанс до конца.

Явление, описанное выше, будет также наблюдаться в случае неисправности сопротивления утечки сетки лампы 6Ж7, которое может быть устранено только заменой негодного сопротивления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные электрические данные усилителя ПУ-13?
2. Опишите внешний вид усилителя ПУ-13.
3. Каково назначение ручек управления на усилителе ПУ-13?
4. Род тока, сила тока, напряжение и мощность, которые подводятся к усилителю ПУ-13?
5. С каким громкоговорителем комплектуется усилитель ПУ-13?
6. На каких лампах работает усилитель ПУ-13 и каково их назначение в схеме усилителя?
7. Назовите электрические данные усилителей ПУ-155 и ПУ-156.
8. Чем отличаются между собой усилители ПУ-155, ПУ-156 и ПУ-13?
9. Опишите внешний вид усилителя ПУ-156.
10. Расскажите технические данные усилителя «Телефункен».
11. С какими громкоговорителями комплектуются усилители ПУ-155 и ПУ-156 и чем они отличаются друг от друга?
12. С каким громкоговорителем комплектуется усилитель «Телефункен»? Назовите его основные электрические данные.
13. В какой последовательности производится проверка звуковоспроизводящего тракта в случае отсутствия звука?
14. Как проверяется исправность цепи питания анода фотоэлемента?
15. Как проверяется исправность цепи катода фотоэлемента?
16. Как проверяется исправность цепи «Земля» усилителя?
17. Какие неисправности вызывают при звуковоспроизведении фон и как их устранить?
18. Какие неисправности вызывают во время работы постепенное снижение громкости и как устранить эти неисправности?
19. При включении усилитель действует нормально, а через некоторое время звук исчезает. Какой неисправностью можно объяснить это явление?

ЧАСТЬ VII

ЗВУК И ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Глава 39

ЗВУК

Звуком называется колебательное движение частиц воздуха, воспринимаемое ухом. Причиной звука является возникновение колебаний в каком-нибудь теле: в струне скрипки, натянутой перепонке барабана и т. п. Колебания тела передаются окружающей среде и вызывают в ней переменные сгущения и разрежения частиц воздуха, распространяющиеся в виде волн.

В безвоздушном пространстве звук не распространяется.

Звук передается в воздухе со скоростью 340 *м* в секунду. Это значит, что, если источник звука находится на расстоянии 340 *м*, звук будет услышан спустя одну секунду после его возникновения.

Не все колебания воспринимаются нашим ухом. Если тело, являющееся источником звука, колеблется с недостаточной частотой (т. е. количество однообразных колебаний в секунду недостаточно велико), то эти колебания ухом не воспринимаются. Точно так же ухо не воспринимает колебания со слишком большой частотой.

Как и при колебаниях переменного тока, в звуковых колебаниях можно определить период и частоту колебаний в секунду.

Время, в течение которого происходит законченный цикл одного колебания, называется периодом.

Количество периодов в секунду называется частотой. Единицей измерения частоты служит герц — один период в секунду (килогерц — 1000 герц). Звук распространяется во все стороны в виде волн. Чем больше частота звука, тем короче длина волн.

Длина волны равна скорости распространения звука (340 *м* в секунду), деленной на частоту.

Звуковыми колебаниями называются такие колебания, которые имеют частоту не меньше 16—20 пер/сек и не больше 20 000 пер/сек.

Чем больше частота, т. е. чем чаще колебания, тем выше тон, который мы слышим. Например, частота колебаний свистка составляет приблизительно 2500—3000 пер/сек, а частота пароходного или паровозного гудка примерно 70—100 пер/сек.

Высокие тона называют звуками высокой частоты, а низкие тона — звуками низкой частоты.

На рис. 442 показана клавиатура рояля с обозначением частот.

Из рисунка видно, что при исправном и хорошо отрегулированном звуковоспроизводящем тракте киноустановки и хорошей записи фонограммы на фильме в звуковом кино можно воспроизводить частоты в диапазоне от 50 до 10 000 герц.

Предел слышимости человеческого уха находится в диапазоне от 16 до 16 000 герц.

Мужской голос воспроизводится полосой частот от 80 до 400 герц, а женский от 200 до 1100 герц.

Низкие ноты скрипки соответствуют частоте 200 герц, а высокие доходят до 6000 герц.

Улавливая на слух подъем или «завал» высоких или низких частот, можно при помощи тонконтроля на усилителе производить некоторую

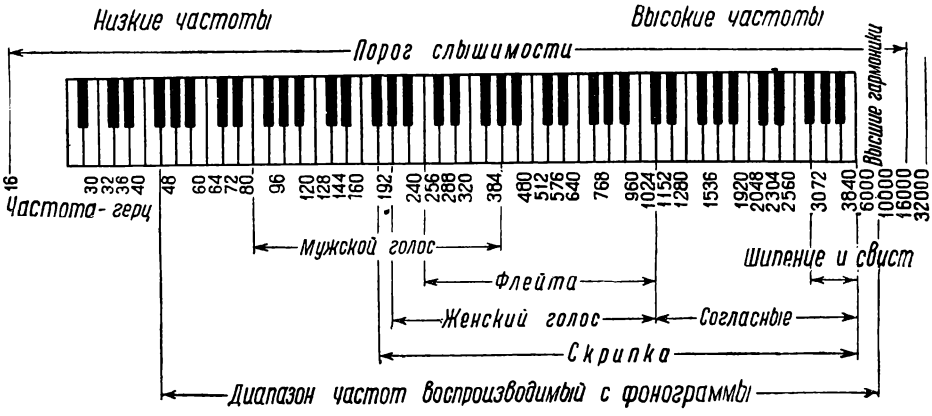


Рис. 442. Клавиатура рояля

коррекцию, т. е. подъем или «завал» высоких или низких частот. Так, например, музыка воспроизводится наилучшим образом при прямолинейной характеристике, т. е. равномерном звучании на всех частотах, а речь воспроизводится лучше при «завале» низких частот, речь тогда не получается бубнящей.

Если какая-либо полоса частот воспроизводится усилителем явно неудовлетворительно, т. е. фактическая частотная характеристика усилителя не соответствует заводской (см. рис. 416), усилитель подлежит коррекции в мастерской по приборам путем введения в схему усилителя соответствующих фильтров, состоящих из конденсаторов, дросселей и сопротивлений.

Введением фильтров можно поднять или «завалить» те или иные частоты в усилителе.

Независимо от числа колебаний в секунду звуки одного и того же тона могут воспроизводиться громко или тихо.

Уровень громкости зависит от размаха амплитуды колеблющегося тела. Чем больше отклонение звучащего тела от того положения, в котором оно находится в спокойном состоянии, тем громче звук.

Таким образом звуки различаются между собой по частоте, т. е. по высоте тона, и по силе, т. е. по громкости. Кроме того, звук характеризуется «окраской», свойственной данному звучащему телу. Так, например, можно легко отличить звучание скрипки от виолончели или трубы от кларнета,

несмотря на то, что все эти инструменты воспроизводят одну и ту же ноту с одинаковой силой. Это объясняется тем, что все звуки в природе существуют не в виде простых колебаний, а в виде сложных звуков. Каждый звук содержит в себе сумму многих колебаний, из которых основное колебание имеет наибольшую амплитуду и создает высоту звучания, а остальные имеют множество колебаний на различных частотах с малыми амплитудами. Эти малые колебания, сопровождающие основной тон, их количество и величина амплитуд и создают окраску звука или т е м б р.

Мелкие колебания, сопровождающие основной тон и создающие тембр звука, называются о б е р т о н а м и.

Таким образом скрипка и виолончель, воспроизводя с одинаковой силой одну и ту же ноту, создают одинаковые основные колебания или одинаковую основную частоту. Количество же малых колебаний — обертонов, которые создают окраску звука, у них различное как по частотам, так и по количеству и амплитудам.

Источником звука в звуковом кино является громкоговоритель, состоящий из м а г н и т н о й ц е п и и подвижной части — д и ф ф у з о р а, являющегося источником колебаний воздуха.

Г л а в а 40

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Конечное звено электроакустического тракта звуковой киноустановки — громкоговоритель.

Громкоговоритель — прибор, преобразующий электрические токи звуковой частоты в механические колебания диффузора, излучающего в окружающее пространство звуковые волны.

В комплекте звуковой передвижной киноустановки применяется диффузорный электродинамический громкоговоритель (сокращенно — д и н а м и к).

Диффузорный электродинамический громкоговоритель состоит из железной скобы *1* (рис. 443), посредине которой укреплен круглый железный стержень — к е р н *2*. К скобе приварен фланец *3*, в центре которого имеется отверстие. Диаметр керна меньше диаметра отверстия во фланце, поэтому между ними имеется небольшой кольцевой воздушный зазор.

На керн надета катушка из медной изолированной проволоки — к а т у ш к а п о д м а г н и ч и в а н и я, или катушка возбуждения, через которую пропускается постоянный ток, создающий в железном сердечнике постоянный магнитный поток, замыкаемый через скобу, фланец и кольцевой воздушный зазор.

В кольцевой зазор вставляется легкая з в у к о в а я к а т у ш к а из тонкой эмалированной проволоки, намотанной на бумажный или станиолевый каркас. Концы обмотки звуковой катушки выводятся мягкими проводниками к лепесткам; к последним подключается ток звуковой частоты от усилителя. Размеры звуковой катушки обеспечивают свободное движение ее в зазоре. Звуковая катушка приклеена к бумажному конусу — диффузора 6, края которого имеют эластичные гофры *7* и укреплены в метал-

лическом диффузородержателе *8*, прикрепленном к фланцу на винтах. Диффузор вместе с катушкой собран так, что может свободно колебаться.

Чтобы звуковая катушка свободно двигалась в зазоре, не прикасаясь к деталям громкоговорителя, она центрируется посредством специальных упругих шайб *9*.

При прохождении тока через звуковую катушку, находящуюся в сильном магнитом поле, между магнитным полем и обмоткой звуковой катушки, через которую проходит электрический ток, возникает взаимодействие, заставляющее катушку перемещаться в направлении, перпендикулярном расположению силовых линий поля. Поскольку через звуковую катушку проходит переменный ток, направление ее движения будет изменяться соответственно изменениям тока, т. е. катушка придет в колебательное движение. Вместе с катушкой будет колебаться жестко связанный с ней диффузор, который вызовет соответствующие колебания воздушной среды, воспринимаемые ухом в качестве звуков.

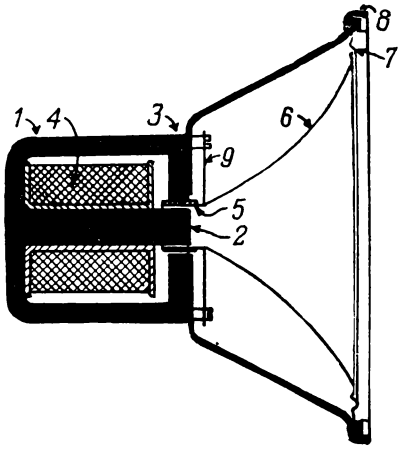


Рис. 443. Диффузорный электродинамический громкоговоритель (разрез)

1 — железная скоба; *2* — керн; *3* — фланец; *4* — катушка подмагничивания; *5* — звуковая катушка; *6* — диффузор; *7* — гофр; *8* — диффузородержатель; *9* — упругая (центрирующая) шайба

Вместо того, чтобы возбуждать магнитное поле посредством катушки подмагничивания, питаемой постоянным током (электромагнит), в громкоговорителях можно применять сильные постоянные магниты из специальных магнитных сплавов «магнико», «альнико» и др., дающих магнитное поле, по мощности не уступающее электромагниту.

Громкоговорители с постоянными магнитами (особенно в комплекте с передвижной аппаратурой) имеют следующие преимущества:

а) постоянные магниты не требуют электрической мощности для создания магнитного поля; следовательно, исключена необходимость в дополнительных источниках постоянного тока (выпрямителях);

б) громкоговорители с постоянными магнитами не вносят в передачу дополнительных помех в виде фона, который обычно имеет место в громкоговорителях с электромагнитом, когда катушка возбуждения питается плохо сглаженным выпрямленным током;

в) громкоговоритель соединяется с усилителем только одной парой проводов, подающих переменное напряжение на звуковую катушку, вместо четырех или трех проводов (вторая пара проводов питает катушку возбуждения постоянным током).

Громкоговоритель ДАТ-4

В комплекте передвижной аппаратуры с усилителем ПУ-13 применяется громкоговоритель типа ДАТ-4 (рис. 444).

Громкоговоритель ДАТ-4 комплектуется с усилителями ПУ-13—для широкопленочных установок и ПУ-12—для узкопленочного проектора 16-3П.

Вес без упаковки . . . . . 2,7 *кг*
Диаметр диффузора . . . . . 210 *мм*

Диффузор громкоговорителя — цельнолитой. Форма диффузора — криволинейная, обеспечивающая отсутствие дребезжания. В этих целях в основании диффузора в месте его склейки с звуковой катушкой имеется специальный бумажный конус, предохраняющий также зазор между керном и фланцем от пыли и металлических опилок, присутствие которых может вызвать дребезжание.

Электрические данные громкоговорителя ДАТ-4

Сопротивление обмотки звуковой катушки возбуждения:	
в холодном состоянии .	400 ом
в нагретом состоянии .	480 ом
Напряжение катушки возбуждения	72 *в*
Номинальная мощность громкоговорителя . .	6 *вт*
Частотная характеристика в пределах от 80 до 6000 герц имеет допуск плюс 6 децибел	
Громкоговоритель допускает перегрузку . . .	50 %

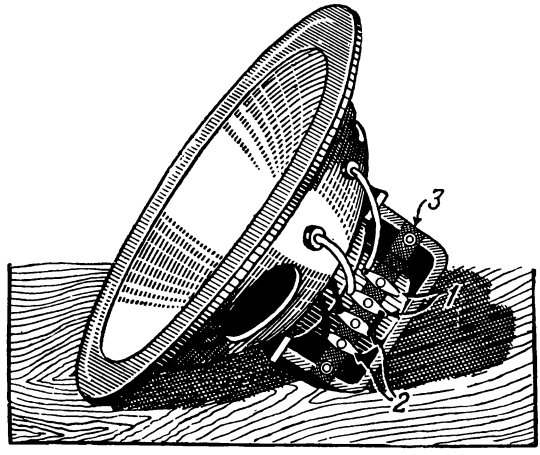


Рис. 444. Громкоговоритель динамический ДАТ-4
1,1—лепестки звуковой катушки; *2,2*—лепестки катушки возбуждения; *3* — расшивочная планка

Центрирующая шайба изготовлена из бакелизированной редкой материи и имеет концентрически гофрированную поверхность. Обладая большой гибкостью в направлении движения (допускает большие амплитуды колебаний), диффузор достаточно жесток в направлении радиуса шайбы.

Центрирующая шайба имеет отогнутый край — воротничок, который приклеивается к диффузору нитролаком.

Звуковая катушка наматывается эмалированным проводом (ПЭ) диаметром 0,16 *мм*. Число витков — 146, уложенных в четыре слоя: 1-й слой — 38 витков, 2-й слой — 37 витков, 3-й слой — 36 витков и 4-й слой — 35 витков.

Звуковая катушка покрывается и приклеивается к диффузору нитролаком. В качестве материала для основания звуковой катушки применяется пергамент толщиной 0,1 *мм*.

Громкоговоритель ДЧ и «Телефункен»

Громкоговоритель ДАТ-4 монтируется в чемодане ДЧ-1.

Усилитель ПУ-155 комплектуется громкоговорителем ГДД-155 с обмоткой возбуждения на 270 вольт 42 миллиампера. Громкоговоритель смонтирован в чемодане ДЧ-155 (рис. 445). Мощность громкоговорителя 6 ватт.

Усилитель ПУ-156 комплектуется громкоговорителем ГДД—156 с обмоткой возбуждения 72 вольта 125 миллиампер. Громкоговоритель смонтирован в чемодане ДЧ-155. Мощность громкоговорителя 6 ватт.

Громкоговорящее устройство, входящее в комплект кинопередвижки GTW с усилителем «Телефункен», состоит из двух громкоговорителей, смонтированных в одном общем чемодане (рис. 446). Обмотка возбуждения рассчитана на 336 вольт 52 миллиампера. Общая мощность громкоговорителя 20 ватт. Вес громкоговорителя в чемодане 20 *кг*.

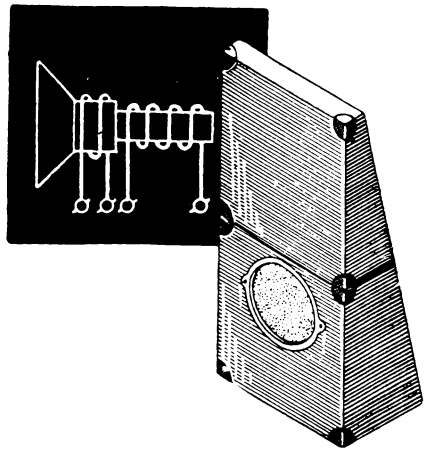


Рис. 445. Схема громкоговорителя и чемодан ДЧ-1

Центровка звуковой катушки. Для нормальной работы громкоговорителя очень важна точность центровки подвижной системы. При расцентровке громкоговорителя звук сопровождается резкими искажениями — дребезжанием.

Чтобы отцентрировать звуковую катушку, надо освободить центрирующую шайбу и винты, крепящие диффузородержатель вместе с подвижной системой на фланце. После включения катушки подмагничивания к звуковой катушке подводится переменное напряжение 50 пер/сек порядка 2 вольта. Перемещая очень осторожно центрирующую шайбу и диффузородержатель в горизонтальном направлении, находят такое положение, при котором звуковая катушка не соприкасается с керном или фланцем. Как только хорошая центровка достигнута, винты крепления диффузородержателя и шайбы затягиваются. Нужно отметить, что этот способ центрировки звуковой катушки очень кропотлив и требует большого терпения и навыка. Так как крепление фланца к скобе выполнено электросваркой, разборка магнитной системы связана с известными затруднениями. В случае выхода из строя катушки возбуждения перемотка ее довольно сложна и может быть выполнена только в хорошо оборудованной мастерской.

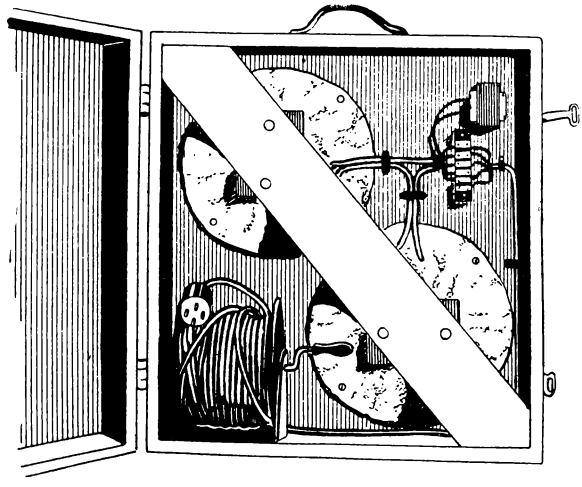


Рис. 446. Громкоговорящее устройство кинопередвижки GTW с усилителем «Телефункен»

Концы звуковой катушки и обмотки возбуждения выведены к лепесткам расшивочной планки (рис. 444). К лепесткам припаиваются также концы трехжильного провода, соединяющего громкоговоритель с усилителем киноустановки. Провод громкоговорителя ДАТ-4 и GTW сматывается на специальную катушку (рис. 446) либо собирается в кольцо и крепится ремнями внутри чемодана или сматывается на фанерную рогатку. Чемодан, в котором монтируется громкоговоритель, является звуковым экраном, способствую-

щим усилению низких частот и тем самым улучшающим качество звучания. Отверстие в чемодане, за которым укреплен динамик, задрапировывается легкой тканью. В целях ограждения диффузора от повреждений и загрязнений в нерабочем положении отверстие закрывается крышкой. Внутри чемодана помещается катушка с длинным трехжильным кабелем, оканчивающимся четырехштырьковой колодкой для соединения с усилителем. Чемодан громкоговорителя используется часто для хранения запасных ламп.

Ремни, укрепленные внутри чемодана, предназначаются для крепления собранных проводов, прикладываемых к комплекту кинопередвижки: шнура с вилкой и колодкой — для соединения усилителя с проектором; провода — для заземления усилителя; бронированного шланга — для соединения усилителя с фотоэлементом проектора и т. п.

Глава 41

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ТЕЛЕФОН (НАУШНИКИ)

Электромагнитный телефон используется на киноустановках в качестве испытателя для обнаружения неисправностей в звуковоспроизводящем тракте. Телефон (рис. 447) в основном состоит из постоянного магнита с

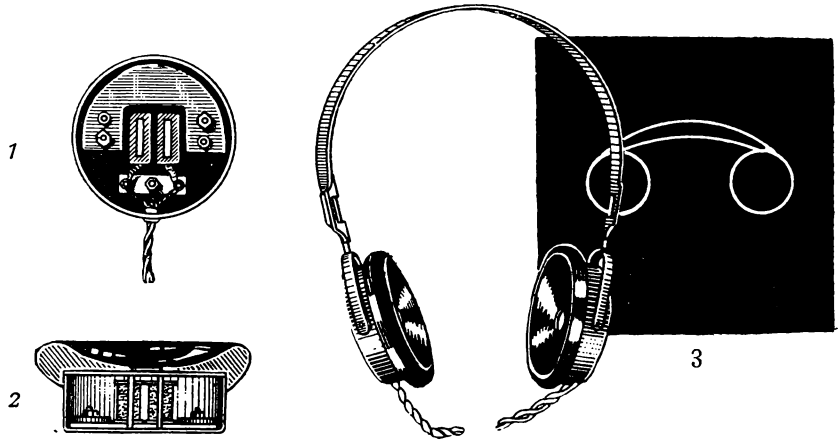


Рис. 447. Головной телефон

1 — вид сверху; *2* — вид сбоку в разрезе; *3* — условное обозначение головного телефона в схеме

полюсными наконечниками, съемных катушек из тонкой изолированной медной проволоки, намотанных на каркасах, мембраны из тонкого листового железа, корпуса — амбушюра и регулировочного кольца.

Мембрана прижимается к корпусу амбушюром, но так, чтобы между концами полюсных наконечников и самой мембраной был всегда воздушный

зазор. Если по катушке телефона пропускать ток, сила которого будет изменяться, то в соответствии с изменением силы тока будет изменяться и магнитное поле катушки. На мембрану, всегда несколько притянутую постоянным магнитом, будет еще влиять и магнитное поле катушки, ослабляя или усиливая магнитный поток постоянного магнита, отчего мембрана придет в колебательное движение и будет издавать звук в зависимости от изменения тока в обмотках катушек. Головной телефон состоит из двух наушников, включенных между собой последовательно. Каждый наушник имеет обычно 2000 ом активного (омического) сопротивления. Оба телефона в собранном виде будут иметь 4000 ом.

Встречаются телефоны низкоомные, сопротивление которых не превышает 400 ом. Такой телефон работает заметно слабее и тише, чувствительность его значительно меньше.

Глава 42

ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ (АДАПТЕР)

В усилительных устройствах звуковых кинопередвижек предусмотрены специальные гнезда для включения адаптера, назначение которого — воспроизводить запись граммофонных пластинок.

При проигрывании граммофонной пластинки механические колебания иглы превращаются адаптером в переменные электрические колебания, соответствующие записанной на пластинке волнообразной бороздке.

Конструкций звукоснимателей очень много; остановимся на наиболее распространенном электромагнитном звукоснимателе. На рис. 448 показано устройство электромагнитного адаптера. К полюсам подковообразного магнита примыкают полюсные наконечники. Между наконечниками находится стальной стерженек (якорь), закрепленный таким образом, чтобы свободно качаться в катушке. Катушка расположена так, что ее витки окружают якорь. Концы обмотки катушки выходят наружу и включаются при помощи шнура со штепсельной вилкой в гнезда «Адаптер» усилителя. В отверстие якоря вставляется игла, закрепляемая винтом. Скользя по извилинам бороздки вращающейся граммофонной пластинки, игла адаптера вибрирует, вызывая колебания якоря. В якоре, перемещающемся то в одну, то в другую сторону, будет проходить переменный магнитный поток. Так как якорь является сердечником катушки, в последней будет индуктироваться переменная электродвижущая сила, соответствующая по частоте и амплитуде колебаниям бороздки, запи-

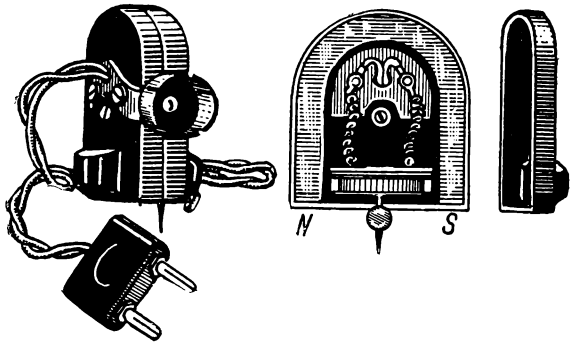


Рис. 448. Электромагнитный адаптер

санным на пластинке. Электродвижущая сила, развиваемая в катушке, подается на вход усилителя (гнезда «Адаптер») и усиливается усилителем. Таким образом громкоговоритель, включенный на выходе усилителя, воспроизводит запись, нанесенную на пластинку.

Диапазон частот, воспроизводимых адаптером, находится в пределах от 100—150 до 4000—5000 пер/сек. Электродвижущая сила, развиваемая адаптером (среднего качества), составляет 100—150 милливатт.

На рис. 449 показан общий вид адаптера.

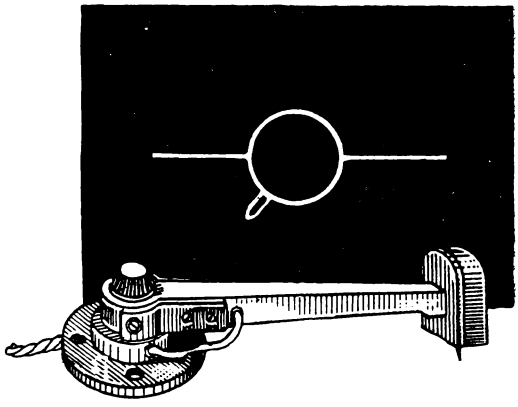


Рис. 449. Общий вид адаптера и его условное обозначение

Кроме электромагнитного адаптера, широкое распространение получил адаптер пьезоэлектрический.

Пьезоэлектрический эффект заключается в способности кристаллов некоторых веществ (кварца, сегнетовой соли и др.) при механическом давлении на них создавать на своих гранях электрические заряды.

Когда колебания иглы передаются кристаллу, на нем возникают переменные электрические заряды. Созданное зарядами на кристалле напряжение посредством электродов подается на вход усилителя. Чаще всего применяются кристаллы сегнетовой соли, которая выращивается искусственным путем.

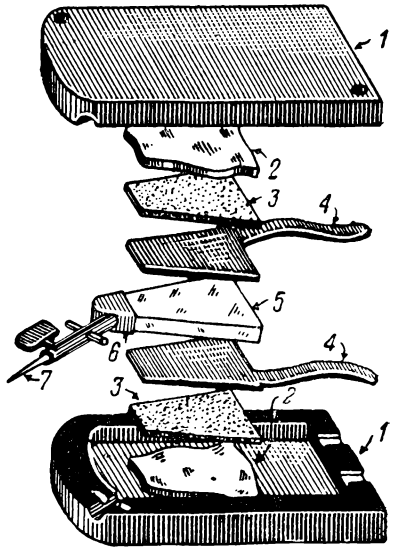


Рис. 450. Пьезоэлектрический адаптер, основанный на свойстве некоторых кристаллов под действием механических напряжений создавать электрические заряды

1 — корпус; *2* — резиновая прокладка; *3* — изоляция; *4* — электроды с выводами; *5* — кристалл; *6* — якорь; *7* — игла

Пьезоэлектрический адаптер (рис. 450) имеет следующие преимущества по сравнению с другими адаптерами:

а) лучшая частотная характеристика; б) лучшая амплитудная характеристика; в) меньший вес; г) нечувствительность к влиянию окружающих электромагнитных полей.

Глава 43

АКУСТИКА ПОМЕЩЕНИЯ

Звуковые волны, распространяясь в закрытом помещении от источника звука, ударяются о стены, пол и потолок; в зависимости от внешнего покрова часть звуков проходит наружу, другая часть поглощается, третья — отражается от поверхностей помещения (рис. 451).

Если внезапно выключить громкоговоритель, звучащий в помещении, звук сразу не исчезнет, так как звуковые волны, возбужденные громкоговорителем, в момент его выключения дойдут до стен, частью поглотятся, а частично отразятся. Отраженные волны дойдут через некоторое время до других поверхностей, где опять частично поглотятся, а частично отразятся, направятся к третьим и так далее до тех пор, пока вся звуковая энергия не поглотится настолько, что больше слышна не будет. Таким образом после выключения громкоговорителя звуковые волны будут еще некоторое время слышны, уменьшаясь после каждого отражения.

Процесс затухания звука после выключения источника носит название *реверберации*, а время, в течение которого звук затухает до неслышимого, называется *временем реверберации*.

Очевидно, что чем меньше звук поглощается стенами, тем больше он будет слышен в помещении после того, как источник выключен, т. е. тем большим будет время реверберации. Точно так же реверберация будет тем большей, чем больше размеры помещения. В больших по объему помещениях, где стены плохо поглощают звук, время реверберации может достигать 10—15 секунд и больше.

Большая реверберация исключает возможность использования помещения для демонстрирования звуковых фильмов, так как речь делается непонятной, т. е. все звуки смешиваются в сплошной гул. В таких помещениях можно уменьшить реверберацию до нужных размеров, внеся в помещение звуковые поглотители.

Различные материалы по-разному поглощают звук. Лучшими поглотителями являются ворсистые материалы: войлок, ковры, бархат и т. п. Чем больше зрителей в зале, тем больше будет поглощаться звук, так как одежда зрителей является поглотителем звука.

В зависимости от величины внесенного в зал звукопоглощения одна и та же музыка (или речь) звучит по-разному. Если в зал внесено мало поглотителей, реверберация будет большой и, следовательно, зал будет гулким, вследствие чего речь станет непонятной, так как не успеет замереть одно слово, как уже произносится другое: слова смешиваются друг с другом, и в результате получается сплошная неразбериха звуков. То же самое происходит и с музыкой.

Если сделать реверберацию зала небольшой, внеся чрезмерно большое количество поглотителей (переглушить зал), речь будет разборчивой, но заглушенной, лишенной звучности и сочности, а звучание музыки — некрасивым, тусклым.

Если время реверберации несколько увеличить по сравнению с предыдущим, сократив число поглотителей, то речь и музыка зазвучат красивее, приятнее.

Для каждого помещения существует свойственная ему *оптимальная продолжительность реверберации*, при которой звучание речи будет наилучшим. Оптимальная реверберация зависит от

объема помещения, звукопоглощения поверхностей и ряда других факторов и может устанавливаться расчетным путем.

Помещение, где производится звуковой кинопоказ, должно быть хорошо изолировано от внешних шумов, в особенности со стороны улицы, двора и т. п.

Шум публики, собирающейся в ожидании следующего сеанса, и проводящиеся в фойе культмассовые мероприятия — игры, самодеятельность, музыка — не должны проникать в зрительный зал и мешать зрителям слушать фильм.

Особое внимание необходимо обращать на расположение передвижной электростанции и изоляцию зрительного зала от шума двигателя внутреннего сгорания.

Зрительный зал изолируется от внешнего шума звукоизоляционными перегородками, перекрытиями, драпировками и т. п.

Акустическое состояние помещения зрительного зала определяется киномехаником-передвижником опытным путем: хлопком в ладоши или

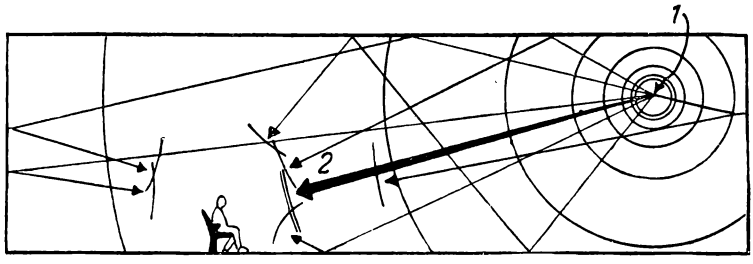


Рис. 451. Распространение звуковых волн в закрытом помещении

1 — источник звучания (громкоговоритель); *2* — при установке громкоговорителя направлять звуковые волны на середину зрительских мест в зале (тонкими линиями показано отражение звуковых волн от стен, пола и потолка)

резкими выкриками гласных звуков определяют на слух (приблизительно) акустический характер помещения (гулкость, переглушенность и т. п.). По мере надобности опробываются несколько вариантов заглушения или разглушения помещения и на слух выбирается наилучший вариант. При этом надо учесть, что зрители, заполняющие помещение зала, вносят значительное дополнительное заглушение.

В случае необходимости заглушения помещения зрительного зала навеску заглушающих тканей следует начинать со стены, противоположной экрану. Эта стена, поскольку на нее направлен громкоговоритель, в наибольшей степени отражает прямые звуковые волны. Если это заглушение недостаточно, переходят постепенно к драпировке боковых стен, продолжая вести работу по обеим сторонам от стены, противоположной экрану.

Лучшей драпировкой является бархат на подкладке, а также репс и другие тяжелые или ворсистые ткани. Ковры, драпри, портьеры из тяжелой ткани также способствуют заглушению помещения. Чем ткань легче и тоньше, тем меньше она поглощает звук.

Значительные помехи и искажения вносят в звуковоспроизведение очень высокие помещения, куполообразный потолок, ниши и углубления в стенах, в особенности в стене, противоположной экрану, и другие архитектурные детали.

Средством освобождения от акустических недочетов зрительного зала является заглушение звукопоглощающими материалами элементов помещения, вносящих помехи и искажения.

При установке громкоговорителя в зрительном зале его следует так расположить, чтобы звуковые волны были направлены на середину зрительских мест в зале (см. рис. 451).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что является причиной звука?
2. Что такое звуковые колебания?
3. От чего зависит тембр звука?
4. Как устроен громкоговоритель?
5. Как отцентрировать звуковую катушку?
6. Можно ли подключить громкоговоритель ДАТ-4 к усилителю ПУ-155 и к каким последствиям это приведет?
7. Как устроен электромагнитный телефон?
8. Как устроен адаптер?
9. Что такое реверберация?
10. Как отражаются на качестве звуковоспроизведения большая реверберация и недостаточное время реверберации?
11. Какими средствами и способами можно исправить неблагоприятную акустику помещения?

ЧАСТЬ VIII

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ ЗВУКОВОЙ КИНОПЕРЕДВИЖКИ

Глава 44

ПОДГОТОВКА К ВЫЕЗДУ В МАРШРУТ

Выезжающая в маршрут звуковая кинопередвижка на продолжительное время отрывается от своей базы. В пути киномеханику приходится самостоятельно разрешать сложные организационные и технические вопросы, связанные с работой передвижки, не рассчитывая на помощь со стороны. Поэтому тщательная подготовка к выезду в маршрут, проверка комплектности и технического состояния материальной части имеют первостепенное значение. Аппаратуру, оборудование, материалы, инструменты, запасные части и принадлежности нужно подготовить так, чтобы исключалась возможность отказа материальной части в работе, срыва сеанса или намеченного маршрута по каким бы то ни было причинам.

По прибытии на место проведения сеанса киномеханик должен провести ряд организационных мероприятий: подготовить помещение; вывесить афиши и плакаты; продать билеты; организовать противопожарную охрану; связаться с местными организациями.

На подготовку и развертывание аппаратуры и оборудования у механика остается весьма ограниченное время, и если аппаратура и оборудование потребуют сложной и длительной наладки, это неизбежно приведет к срыву работы киноустановки.

Перед выездом в маршрут киномеханик обязан тщательно проверить кинофильм и испытать полностью развернутую передвижную киноустановку на ходу.

После тщательной чистки, смазки, устранения всех неисправностей, регулировки проектора и юстировки проекционной и звуковой оптики проводятся следующие испытания:

а) на сохранность пленки — пропуском кольца с отрезком 100% пленки;

б) на качество звучания — пропуском фонограммы контрольного фильма;

в) на качество проекции — пропуском оптической части контрольного фильма;

г) на стабильность работы электромотора проектора, генератора, двигателя электростанции и преобразователя — на ходу под нагрузкой; проверяется отсутствие стуков, шумов, перегрева, искрообразования и т. п.;

д) на электрический пробой изоляции обмоток относительно корпуса — электролампой, включенной в сеть последовательно;

е) на механическую прочность крепления узлов, деталей, монтажа, паек, элементов коммутации и т. п. — опробованием всех сопряжений от руки с учетом, что при погрузке, транспортировке, выгрузке и установке оборудование подвергнется сильной тряске.

При проверке и испытании не должна быть упущена ни одна мелочь. Все детали должны полностью отвечать своему назначению. Никаких «заменителей» или «времянок» не допускать. Обратить внимание на наличие и исправность всех штепсельных вилок, колодок, шнуров и кабелей — это обеспечит бесперебойную и качественную работу киноустановки.

Большое внимание должно быть обращено на комплектность материальной части. Нехватка любой детали может вызвать на месте проведения сеанса большие затруднения или даже привести к срыву маршрута. Поэтому, комплектуя техническое хозяйство киноустановки, нужно предусмотреть абсолютно все, вплоть до мелочей, и захватить с собой все необходимое, не рассчитывая на получение недостающего на месте (табл. 17).

Таблица 17

Примерный перечень технического имущества, необходимого в маршруте

№ п/п	Наименование	Количество
1	Проектор в чехле	1
	Объектив	1
	Фотоэлемент	1
	Кадровая рамка фильмового канала с замшей	1
	Звуковая лампа в фонарике	1
	Приводной ремень наматывателя принимающей кассеты	1
	Плоское зеркало	1
2	Кассетница	1
	Проекционный фонарь в сборе, с оптикой, лампой в патроне, шнуром и вилкой	1
	Кронштейны моталки с ручкой	2
	Кассеты подающая и принимающая	2
	Диски моталки без втулок	3
	Диск моталки с втулкой	1
	Бобышка к диску	1
	Приёмный диск кассеты	1
	Шнур с вилкой и колодкой для включения проектора в сеть	
	Шланг экранированный для подключения фотоэлемента к усилителю	1
	Шнур с вилкой и колодкой для подключения питания усилителя	1
	Провод голый для заземления	1
	Патрон с лампой, шнуром, вилкой и кронштейном для рабочего освещения проектора	1
	Патрон с мощной лампой (300—500 *вт*), длинным шнуром и вилкой для освещения зрительного зала	1
	Ручка кинопроектора	1
3	Запасные части проектора	
	Кадровая рамка фильмового канала без замши	1
	Зеркало плоское	1
	Рефлектор проекционного фонаря	1
	Фотоэлемент	1
	Лампа проекционная	1
	Лампа звуковая	1
	Лампы рабочего освещения (25—40 *вт*)	2
	Ремень наматывателя принимающей кассеты	2
	Торцевая шайба для крепления маховика на валу эксцентрика	1
	Шнур с вилкой и колодкой	1

Продолжение

№ п/п	Наименование	Количество
4	Материалы	
	Флакон с киноклеем и кисточкой для склейки фильмов (литров)	0,1
	Флакон с маслом (литров)	0,25
	Плёнка 100% (метров)	2,0
	Изоляционная лента (килограммов)	0,1
	Замша или фланель (02 × 02 *м*) штук	1
	Ветоши мягкой стираной (килограммов)	0,1
	Фильмостатная жидкость (литров)	0,5
5	Инструменты в сумке	
	Пресс для склейки фильмов	1
	Маслёнка	1
	Отвёртка № 1 (10-*мм*)	1
	Отвёртка № 4 (3,5-*мм*)	1
	Отвёртка рожковая	1
	Ключ мальтийской коробки	1
	Ножницы	1
	Нож складной	1
	Пассатижи универсальные	1
	Лупа 8—10-кратная	1
	Лупа с сеткой для проверки технического состояния фильма	1
	Напильник личной	1
	Надфиль	1
	Шило	1
	Бородки (№ 2 — 2,5 *мм* и № 4 — 1,5 *мм*)	2
	Воронка для заливки маслом мальтийской системы	1
	Метр складной	1
	Щётка щетинная жесткая	1
	Скребок костяной или из цветного металла для очистки нагара	1
	Молоток слесарный	1
6	Штатив	1
7	Экран складной в чехле	1
8	Усилитель в чемодане	1
	Полный комплект радиоламп	1
	Запасные части и принадлежности к усилителю	
	Полный комплект радиоламп	1
	Головной телефон	1
9	Громкоговоритель	1
	Кабель не менее 25 *м*	1
	Колодка для включения в усилитель	1
	Приспособление для намотки кабеля громкоговорителя	1
10	Автотрансформатор	1
	Предохранительные пробки	
	Запасные части	
	Комплект предохранительных пробок	1
11*	Электростанция (комплект)	1
	Распределительный щиток с комплектом предохранительных пробок и контрольной лампой	1
	Шунтовой реостат	1
	Кабель двухжильный с вилкой на одном конце и колодкой на другом для соединения распределительного щитка с проектором	30
	Кабель двухжильный для соединения генератора с шунтовым реостатом	1

Продолжение

№ п/п	Наименование	Количество
12	Материалы	
	Бензин в герметической таре из расчёта 2 *л* на один сеанс	
	Автол в закрывающемся бидоне (литров)	2
	Солидол в закрывающейся банке (килограммов)	0,10
	Костяное масло в пузырьке (литров)	0,5
	Наждак в порошке для притирки клапанов (килограммов)	0,10
	Стеклянная бумага № 00 (листов)	5
	Концы обтирочные (килограммов)	1,0
	Хлопчато-бумажная ветошь (килограммов)	0,5
13	Инструменты в сумке	
	Ключ гаечный разводной	1
	Отвёртка автомобильная	1
	Ключ торцевой свечной	1
	Вороток для торцевого ключа	1
	Колодка деревянная для шлифовки коллектора и колец	1
	Шабер	1
	Патрон электрический нормальный с концами шнура по 0,75 *м*	1
	Молоток слесарный	1
14	Принадлежности	
	Ведёрко с носиком для заправки двигателя бензином	1
	Ведро брезентовое для воды	1
	Воронка с впаянной сеткой	1
	Фонарь электрический, или «летучая мышь» с керосином	1
15	Запасные части	
	Свеча с прокладкой	1
	Ремень вентилятора	1
	Провод магнето с наконечниками	1
	Щётки графитные (комплектов)	1
16	Противопожарный инвентарь	
	Огнетушитель «Богатырь»	2
	Огнетушитель «Тайфун»	2
	Ткань противопожарная размером 2 × 2 *м*	2
	Фонари с надписью «Выход»	3
17	Дополнительное имущество для киноустановки	
	Аптечка	1
	Полотенце и мыло	1
	Висячие замки с накладками	2
	Гвозди, шурупы и костыли разных размеров (шт.)	30
	Брезент	1
18	Техническая документация	
	Правила технической эксплоатации передвижных киноустановок	
	Правила по технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии при работе на кинопередвижках	
	Правила технической эксплоатации кинофильмов	
	Правила по оказанию первой помощи в несчастных случаях до прибытия врача	
	Паспорта на киноаппаратуру и оборудование	
	Описания и инструкции к аппаратуре и оборудованию	
	Журнал учёта работы кинопередвижки, аварий и брака	
	Опись имущества передвижной киноустановки	

Каждая деталь, инструмент, запасная часть или материал должны быть проверены, иметь свое раз навсегда установленное место и форму укладки, твердо фиксирующую предмет в определенном положении. Этим будет предупреждена порча или разрушение предмета в дороге и исключена необходимость тратить время на поиски нужной детали.

Глава 45

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕАНСА

Помещение для проведения сеанса

Помещение, в котором проводится сеанс, должно быть чисто убрано и проветрено; в зимнее время в нем должна поддерживаться температура не ниже 16°С.

Помещение и расположение в нем аппаратуры и зрительских мест должны отвечать требованиям пожарной безопасности.

Прибыв на место работы, механик переносит чемоданы передвижки, экран и штатив в помещение, где намечено провести сеанс, и снимает с них чехлы. После этого механик осматривает помещение и намечает месторасположение киноустановки, ни в коем случае не устанавливая проектор у выходных дверей.

Расстояние между проектором и экраном рассчитывается в соответствии с диаграммой (рис. 452), где вертикальные линии определяют расстояние между объективом проектора и экраном; горизонтальные линии определяют размер ширины экрана (в метрах); наклонные линии соответствуют фокусным расстояниям объектива 90, 100, 110, 120 *мм*.

Расстояние между объективом и экраном определяется по вертикали в точке пересечения горизонтальной прямой с наклонной линией.

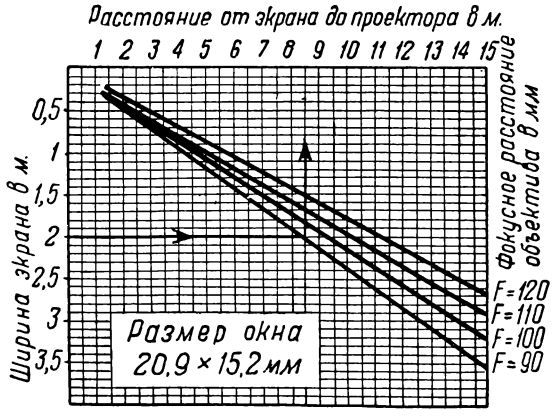


Рис. 452. Диаграмма определения расстояния между кинопроектором и экраном

Фокусное расстояние определяется по наклонной линии в точке пересечения горизонтальных и вертикальных прямых.

Ширина экрана определяется по горизонтальной прямой в точке пересечения вертикали с наклонной прямой.

Пример. При работе с экраном шириной 2 *м* и фокусным расстоянием объектива 90 *мм* расстояние между аппаратом и экраном равно 8,5 *м* (порядок определения расстояния указан на диаграмме стрелками).

Наметив расположение киноустановки, механик приступает к развертыванию передвижки.

Последовательность развертывания кинопередвижки

1) Открыть кассетницу и вынуть из нее кассеты, проекционный фонарь и соединительные провода.

2) Установить проектор на столе или на штативе, прикрепив его болтом к площадке штатива. Установить на проекторе кассеты и проекционный фонарь. Кассетницу закрыть и поставить у проектора.

3) Вынуть из чемодана усилитель и установить его на кассетницу, располагая рукоятками управления в сторону рабочего места киномеханика. Снять кожух усилителя; снять бумажные гофрированные обертки с ламп. Проверив целость ламп, плотность их установки в панелях и наружное состояние усилителя, установить кожух на место.

4) Установить экран.

5) Перенести громкоговоритель к экрану, снять передний диск, открыть заднюю крышку, смотать с катушки нужную длину кабеля. Протянуть кабель от громкоговорителя к усилителю с учетом наилучшего его ограждения от доступа зрителей. Конец кабеля с четырехштырьковой колодкой вставить в соответствующую панель усилителя.

6) Соединить экранированным шлангом фотоэлемент проектора с усилителем.

7) Подключить к клемме усилителя «Земля» провод заземления.

8) Вставить вилку шнура проекционного фонаря в соответствующие гнезда проектора.

9) Включить лампу освещения зала в соответствующие гнезда проектора.

10) Включить вилку рабочей лампы в гнезда «Осветительная лампа» на проекторе.

11) Соединить усилитель с проектором, вставив вилку в гнезда проектора с надписью «Усилитель» и приключив второй конец шланга со специальной колодкой с утопленными гнездами в панель усилителя с надписью «110 в».

12) Перед включением киноустановки в местную электросеть убедиться, что ток переменный и имеет напряжение 110 вольт. Включать передвижку в сеть постоянного тока без преобразователя или переменного тока 220 вольт без автотрансформатора нельзя, так как это неизбежно приведет к аварии.

13) Перед включением передвижки в электросеть проверить положение ручки переключателя на проекторе и положение рукояток регуляторов на усилителе. Ручка переключателя проектора должна быть направлена стрелкой вверх «Выключено». Все рукоятки регуляторов усилителя выводятся влево до упора.

14) В последнюю очередь соединить проектор с электростанцией или с сетью, вставив вилку в штепсельную розетку сети или насадив колодку с утопленными гнездами на штырьки панели проектора с надписью «110 в».

Пробный пуск проектора

Пуск проектора производится поворотом рукоятки переключателя вправо по направлению, указанному стрелкой, на 90°, от положения «Выключено» до положения «Мотор».

В некоторых проекторах пусковая обмотка мотора включается и выключается не автоматически, а в промежуточном положении рукоятки переключателя между «Выключено» — «Мотор». Для обеспечения разворота мотора в промежуточном положении рукоятку переключателя нужно придержать на время разгона мотора до нормального числа оборотов, после чего переключить в положение «Мотор».

Задержка рукоятки в промежуточном положении не должна быть больше времени, необходимого для разгона мотора (3—5 секунд), в противном случае пусковая обмотка, подвергаясь чрезмерной перегрузке, может сгореть.

В моторах проекторов последних выпусков (ДО-50) пусковая обмотка мотора выключается автоматически посредством центробежного механизма.

Вращать рукоятку переключателя в направлении, обратном указанному стрелкой (против часовой стрелки), не следует, так как это может вызывать поломку переключателя.

Смазка. При смазке проектора следует руководствоваться табл. 18 (рис. 453).

Таблица 18

Таблица смазки кинопроектора

Место смазки аппарата	Чем смазывать	Количество смазки	Периодичность
Верхнее отверстие в мальтийской коробке Уровень заполнения контролируется через боковое отверстие в коробке мальтийской системы, пробка которого во время заливки масла должна быть вывинчена. После заполнения коробки маслом все три пробки плотно завинчиваются	Автол 6 или машинное	40 *г* или 45 *см*²	Через каждые 20 рабочих часов доливать в коробку 5 *г* масла, считая норму утечки 0,25*г* за один рабочий час. Для новой мальтийской коробки — через каждые 20—25 часов работы производится промывка и заливка свежим маслом.
Фетровые прокладки направляющих роликов	Машинное	2—3 каплями пропитать до насыщения	Через каждые 20 рабочих часов
Оси каретки скачкового барабана и каретки фрикционного ролика	То же	1—2 капли на ось	Ежедневно перед началом работы
Ось фрикционного ролика	Машинное	1—2 капли	Ежедневно перед началом работы
Вал 8-кадрового барабана	То же	3—4 капли	То же
Вал стабилизатора	То же	3—4 капли	То же
Оси роликов подающей и принимающей кассет	То же	3—4 капли	То же

Масло должно быть чистым и проверенным на отсутствие кислотности.

Шестерни смазываются солидолом, тавотом или графитной мазью.

Ось подающей кассеты смазывается тавотом.

После смазки аппарат вытирается досуха. Места, соприкасающиеся с фильмом, протираются особо тщательно до тех пор, пока на чистой тряпке совершенно не будет оставаться следов масла.

В зимнее время включать электродвигатель проектора можно не ранее, чем через час-полтора после внесения установки в теплое помещение, так как застывшая в аппарате смазка создает большое сопротивление, что может привести к порче проектора.

Подготовка к сеансу. После сборки, смазки, подключения киноустановки и установления нормальной подачи тока приступают к осмотру, чистке и проверке аппаратуры.

Содержание в чистоте киноустановки — одно из главных условий безаварийной, качественной работы, сохранности фильмов и аппаратуры.

Основное условие, гарантирующее нормальную эксплоатацию кинопередвижки — твердо установленная система осмотров и проверки аппаратуры.

После осмотра, исправления недочетов и очистки аппарат проверяется в работе на холостом ходу. При этом надо наблюдать за положением роликов относительно скачкового барабана. Между роликами и барабаном необходим достаточный зазор (двойная толщина пленки), на холостом ходу прижимные ролики не должны вращаться.

Далее вручную проверяется натяжение наматывателя.

Проверка заканчивается пропуском кольца, состоящего из 1,6 *м* пленки, в которую вклеен контрольный отрезок кинопленки, не бывшей в употребле-

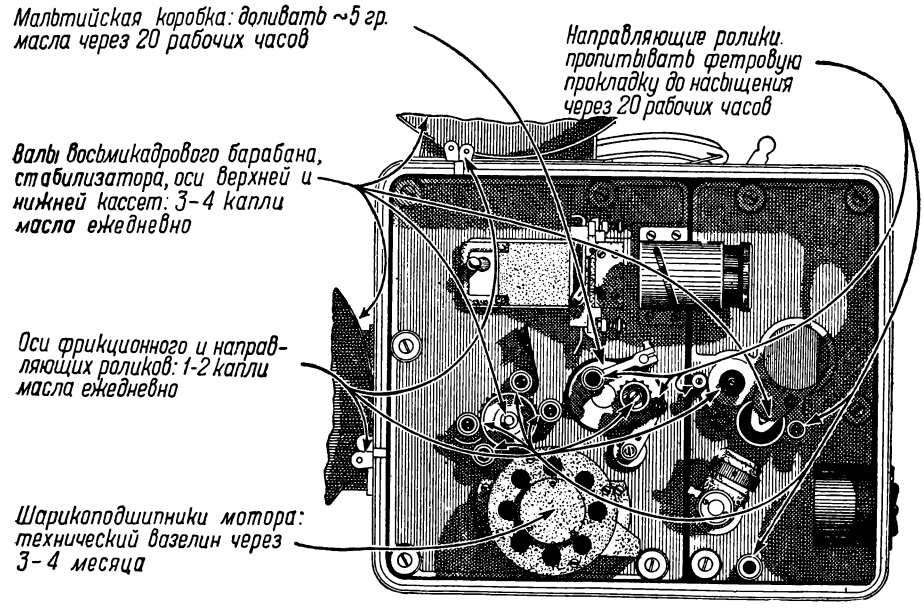


Рис. 453. Схема смазки кинопроектора К-25

нии, размером 0,4 *м*, соответствующий по геометрическим размерам нормам ОСТ-кино.

Контрольный отрезок пленки желательно применять после засветки, фотографической обработки и выдержки до усадки 0,84—1,05% (шаг перфорации 4,70—4,71 *мм*).

После того как кольцо заряжено в проектор, вручную делается несколько оборотов и на всем протяжении фильмового тракта проверяется взаимоположение пленки с деталями фильмового тракта. Пленка должна соприкасаться с деталями аппарата только перфорационными дорожками, не затрагивая поверхностей изображения и фонограммы (за исключением, конечно, звукового барабана).

Зубья барабанов должны входить посредине перфорации, пленка не должна сбиваться в ту или другую сторону.

Если аппарат в порядке, во время прохождения пленки все ролики вращаются и свободно пропускают склейки.

Движущаяся пленка нигде не должна задевать детали проектора, не входящие в фильмопротяжной тракт.

После осмотра и регулировки аппарат с заряженным контрольным кольцом пускается в ход на 15—20 минут. Затем отрезок контрольной

пленки тщательно просматривается в лупу. Проверяются перфорационные дорожки, состояние поверхностей и загрязнение фильма маслом.

Отрезок 100% пленки, вклеенный в контрольное кольцо и пропущенный через кинопроектор, дает возможность установить недочеты кинопроектора, являющиеся причиной нанесения на фильм того или иного механического повреждения.

Установление причины порчи фильма по контрольному кольцу дает возможность принять срочные меры к их устранению и тем самым оградить фильмокопию от порчи.

Причины образования повреждений на фильме надлежит искать в неисправности соответствующих узлов и деталей проектора.

Надсечки по рабочему краю фильма:

Чрезмерное торможение фильма при разматывании на втулке подающей кассеты.

Износ зубьев барабанов.

Чрезмерный прижим фильма в фильмовом канале.

Перекос фильмового канала относительно скачкового барабана, эксцентричность или бой барабана.

Осевое смещение барабана или ролика относительно лентопротяжного тракта.

Надсечки по нерабочему краю:

Чрезмерное натяжение кинофильма автонаматывателем.

Малы петли при зарядке фильма.

Потертости и царапины по изображению:

Верхняя петля чрезмерно велика и фильм бьется поверхностью о корпус кинопроектора.

Загрязненность, заедание или торможение звукового барабана или фрикционного ролика.

Износ направляющих кадровой рамки, бортов роликов, по которым проходят перфорационные дорожки, и предохранительных щитков.

Потертости и царапины по фонограмме:

Значительный осевой люфт роликов кассет.

Замша противонагарной кадровой рамки слабо натянута, смещена и накопившееся загрязнение истирает фонограмму.

Перекос кассет и касание фильма фонограммой к бортам роликов.

Потертости и царапины по перфорационным дорожкам:

Направляющие ролики загрязнены, изношены, заедают или не вращаются.

Нагар на полозках и направляющих кадровой рамки фильмового канала.

Загрязнение противонагарных полозков твердыми частицами.

Перечисленными причинами, разумеется, не исчерпываются все возможные случаи нанесения повреждений фильму неисправным кинопроектором.

Приведенные данные охватывают наиболее часто встречающиеся типичные случаи в условиях нормальной эксплоатации.

Если на отрезке контрольной пленки не обнаружено износа, порчи перфорации и поверхностей, а также загрязнения пленки, аппарат можно считать исправным и пригодным для демонстрирования фильмов.

Выставка проектора по экрану. Если проектор установлен на столе, регулировка наклона проектора производится вывертыванием его подвижной ножки. В случае работы со штатива проектор устанавливается посредством перемещения штатива.

Проверка звуковоспроизводящего тракта. Работа усилителя фотоэлемента и громкоговорителя проверяется модуляцией света между микрообъективом и звуковым барабаном — спичкой, гребешком или бумажкой. В усилителе должны прослушиваться при этом хлопающие звуки низкого тона.

Зарядка фильма. Открыть левую крышку проектора. Открыть дверцу фильмового канала.

Отвести рычаги каретки скачкового барабана и каретки фрикционного ролика в положение, фиксируемое защелками.

Установить ролик установки кадра в среднее положение.

Открыть дверцы подающей и принимающей кассет.

Надеть диск на втулку принимающей кассеты.

Вынуть из коробки рулон фильма и надеть его на втулку подающей кассеты. (Фильм должен быть смотан эмульсией наружу. При зарядке фонограмма должна быть обращена к механику, эмульсия — к зеркалу).

Вывести конец фильма из шлица кассеты и закрыть крышку кассеты.

Зарядку фильма производить по ракорду.

Надеть ручку на вал барабана и проверить правильность зарядки фильма, сделав один-два поворота ручки.

Снять ручку и закрыть крышку проектора до начала сеанса.

Проекция. Поворотом переключателя включить мотор проектора.

Как только в аппарате пройдет весь ракорд, следующим поворотом включить проекционную лампу.

Рукоятка регулятора громкости из нулевого положения переводится вправо, включая звук; положение рукоятки устанавливают на слух по потребной величине громкости для данного помещения и фильма. Положение рукояток тонконтроля для регулировки уровня низких и высоких частот также определяется на слух в зависимости от потертостей на фонограмме.

Демонстрирование фильма вести при закрытой крышке проектора.

Демонстрируя фильм, следить через контрольное окно в крышке проектора за движением фильма. Одновременно следить за изображением на экране и звуком, а также за показанием вольтметра автотрансформатора, если последний применяется в звуковой передвижке.

После пропуска через аппарат всей части фильмокопии выключить звук, поворотом переключателя выключить проекционную лампу и включить свет в зал. Как только конечный ракорд пройдет через проектор, выключить мотор.

При работе с передвижной электрической станцией и кинопроектором К-101 до включения проекционной лампы снизить напряжение до 95—100 вольт путем поворота влево регулятора напряженія на автотрансформаторе КАТ. Это необходимо для предупреждения повышения напряжения на усилителе в момент сброса нагрузки, в особенности если лампа зала недостаточной мощности и не в полной мере компенсирует нагрузку электродвигателя и проекционной лампы.

Открыть приемную кассету, снять диск с фильмом и поворотом рулона фильма против часовой стрелки снять с диска намотанный рулон и уложить его в коробку.

Продемонстрированные части по окончании сеанса должны быть перемотаны на начало. Перемотка фильма производится на моталке. Два кронштейна моталки укрепляются устойчиво и на одной прямой к столу посредством зажимов, не допуская перекосов при перемотке фильма. Перемотка должна производиться в помещении, освобожденном от посторонних. Одновременно с перемоткой производится проверка фильма.

Свертывание киноустановки

По окончании сеанса осветить помещение, выключить подачу тока на усилитель и проектор. Разъединить соединительные провода и уложить их в подающую кассету. Свернуть шнур динамика, после чего уложить в кассетницу принадлежности установки.

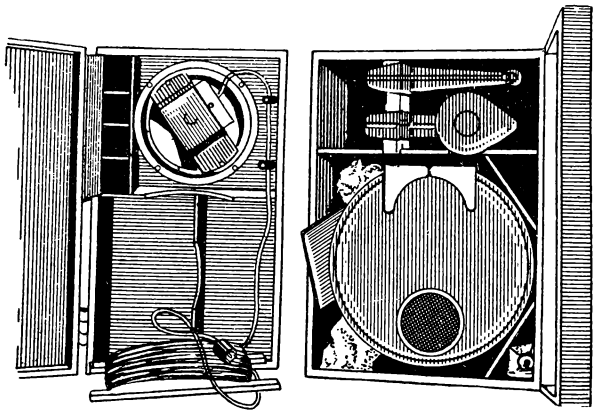


Рис. 454. Укладка чемодана динамика ДЧ-155 и кассетницы кинопроектора К-25

Рядом с головкой громкоговорителя (рис. 454) расположены гнезда для укладки запасных радиоламп; в нижней левой части чемодана помещается усилитель ПУ-155 или ПУ-156; в левой части укладывается рогатка с кабелем. В кассетнице (рис. 454) показаны крепление моталки и укладка кассет.

Как только все оборудование уложено, закрыть крышки чемоданов и надеть чехлы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные операции проводятся киномехаником при подготовке к выезду в маршрут?
2. В какой последовательности ведется развертывание кинопередвижки?
3. Какие детали в кинопроекторе и в какие сроки подвергаются смазке?
4. Как проверяется и регулируется фильмопротяжный тракт?
5. Какие детали кинопроектора и при каких неисправностях могут вызвать надсечки по рабочему краю фильма?
6. От каких причин могут образовываться потертости и царапины на фильме?
7. К какой последовательности ведется проекция фильма на экран?

Глава 46

СИСТЕМА ОСМОТРОВ И РЕМОНТОВ

Правильно поставленная эксплоатация аппаратуры и оборудования киноустановки, тщательный уход и своевременное проведение профилактических мероприятий уберегут киноустановку от преждевременного износа и аварий, влекущих за собой срыв работы или простои, а также значительно сократят затраты средств и времени на ремонтные работы.

Правильно поставленный уход за киноустановкой значительно повышает качество проекции и звуковоспроизведения, а также обеспечивает высокие показатели сохранности фильмокопий.

Срок службы аппаратуры и качество ее работы во многом зависят от своевременности и качества выполнения ремонтов.

Несвоевременный и некачественный ремонт вызовет ускоренный износ аппаратуры, повышение стоимости повторного, более сложного ремонта и увеличение времени простоя киноустановки в ремонте.

Совершенно неприемлема система ремонта «по потребности», согласно которой аппаратура ставится в ремонт лишь в том случае, если ее дальнейшая работа становится невозможной из-за чрезмерного износа деталей или поломок.

Наиболее рациональной системой ремонта, обеспечивающей нормальную работу киноустановки при минимальных эксплоатационных затратах, является планово-предупредительная система ремонта.

Основная задача планово-предупредительной системы ремонта — предупредить переход естественных износов механизма в аварийные дефекты. Эта задача решается своевременно проводимыми плановыми ремонтами и плановыми осмотрами.

Система планово-предупредительного ремонта предусматривает обязательную сдачу действующего аппарата в ремонт после определенного количества часов работы.

Кроме того, находящийся в эксплоатации аппарат периодически подвергается обязательным осмотрам по определенной программе с целью постоянного содержания его в исправности и нормальном рабочем состоянии.

Киноаппаратура — механизм, работающий с постоянной скоростью и неизменной нагрузкой. Детали киноаппаратуры (как и каждого механизма) подвержены естественному износу. Износ отдельных частей киноаппаратуры в условиях правильного ухода зависит от количества проработанных часов, по истечении которых требуется смена определенной группы деталей. Сроки износа отдельных деталей аппарата неодинаковы и зависят от испытываемых ими нагрузок и от материала, из которого они изготовлены.

После определенного цикла, т. е. количества часов работы установки, производится смена определенной группы деталей.

Периодическим плановым ремонтам присваивается наименование или номер.

По истечении установленного периода работы наступают определенные виды ремонтов, чередующиеся через определенные сроки.

Период от одного капитального ремонта до другого или от начала работы нового агрегата до первого капитального ремонта составляет ремонтный цикл.

Промежуток времени от одного ремонта до другого, в течение которого аппарат находится в эксплоатации, называется междуремонтным периодом.

Киномеханик, обслуживающий киноустановку, должен добиться, чтобы междуремонтный период не был сокращен и аппарат на протяжении всего этого периода бесперебойно и качественно работал. Для этого он должен обеспечить повседневный и высококачественный надзор и уход за аппаратурой.

В киносети имеется немало киномехаников-стахановцев, перевыполняющих производственные планы и работающих без ремонта по нескольку лет.

Осмотры

На протяжении всего междуремонтного периода киномеханик регулярно производит профилактические технические осмотры аппаратуры и оборудования.

О с м о т р — основное профилактическое (предупредительное) мероприятие, направленное к тому, чтобы гарантировать аппаратуру и оборудование от непредвиденных остановок и аварий из-за преждевременного износа деталей, поломок, неправильной эксплоатации, неудовлетворительного ухода, плохой смазки и других причин, могущих вызвать внеплановые или аварийные ремонты и продолжительные простои киноустановки.

Осмотры и проверка аппаратуры разбиваются на два вида — 01 и 02.

01 — внешний осмотр и чистка аппарата, проводимые перед каждым началом работы;

02 — проверка на точность отдельных деталей; проверка и крепление отдельных соединений и электрических контактов; устранение люфтов и другие операции, не требующие разборки механизма аппарата.

Осмотр 02 (в процессе которого одновременно проводится и осмотр 01) необходимо производить в следующие сроки:

Проектор К-25, К-35, К-101 .	через	каждые	50	часов	работы
Проектор 16-3П	»	»	30	»	»
Электростанция	»	»	50	»	»

Сроки осмотров 02 для аппаратуры, направленной в маршрут, могут рассматриваться как ориентировочные и должны увязываться со сроками ее возвращения на базу.

Программа междуремонтных осмотров аппаратуры и оборудования

Кинопроектор

О с м о т р 01:

В процессе осмотра 01 производятся следующие работы:

а) смазка и очистка аппаратуры от пыли, грязи и масла;

б) снятие нагара с барабанов, полозков, роликов и деталей фильмового канала;

в) протирка осветительной, проекционной и звуковой оптики;

г) проверка исправности деталей лентопротяжного тракта посредством лупы;

д) проверка и регулировка давления полозков;

е) проверка и регулировка автонаматывателя;

ж) проверка и затяжка креплений;

з) проверка и юстировка звуковой оптики;

и) проверка и регулировка освещенности изображения;

к) проверка обтюратора.

Осмотр 01 сводится главным образом к проверке внешнего состояния проектора и мелким исправлениям без разборки. В случае необходимости производится замена фотоэлемента, ламп накаливания или электронных ламп за счет имеющихся в запасе при киноустановке.

Передвижная киноустановка не снабжается набором изнашиваемых запасных деталей, так как ее техническое состояние должно гарантировать качественную и бесперебойную работу на все время нахождения в маршруте.

Киномеханики-стахановцы, осуществляя любовный, тщательный и технически грамотный уход за своей киноустановкой, систематически проверяя ее техническое состояние и своевременно устраняя замеченные неисправности, добиваются резкого удлинения междуремонтных периодов. Сокращая сроки нахождения киноустановки в ремонте, такие киномеханики во много раз перевыполняют производственные планы при неизменном высоком качестве кинопоказа и высоких показателях сохранности аппаратуры и фильмов.

Осмотр 02:

Кроме работ, перечисленных в осмотре 01, в процессе осмотра 02 производятся следующие работы:

а) промывка мест смазки аппарата и мальтийской коробки;

б) заливка масла в коробку мальтийского механизма;

в) проверка фильмопротяжного тракта контрольным кольцом, выверка прямолинейности тракта шаблонами и крепление деталей;

г) проверка и регулировка роликов;

д) проверка и регулировка сцепления шестерни мотора с текстолитовой шестерней (К-25);

е) проверка и исправление электрических контактных соединений.

Двигатели внутреннего сгорания Л-3, Л-3/2 и В-3

Осмотр 01:

а) очистка двигателя от пыли, грязи и загустевшего масла;

б) проверка креплений;

в) проверка плотности соединения трубопроводов;

г) проверка натяжения ремня вентилятора;

д) проверка заполнения тавотницы на валу вентилятора;

е) смазка подшипников;

ж) заправка картера двигателя маслом по маслоуказателю;

з) наполнение (в двигателях с водяным охлаждением) радиатора чистой мягкой водой;

и) заливка бака горючим;

к) проверка системы подачи горючего, зажигания, смазки и охлаждения.

Осмотр 02:

В осмотр 02, кроме работ, предусмотренных осмотром 01, входит:

а) очистка от нагара и промывка в бензине свечи; исправление и регулировка электрических контактов;

б) очистка нагара в головке цилиндра, поршне и кольцах;

в) промывка бензобака;

г) промывка системы охлаждения;

д) очистка глушителя;

е) проверка и затяжка креплений;

ж) проверка и регулировка зазоров между стержнями клапанов и толкателями;

з) проверка и очистка карбюраторной камеры, продувка жиклеров, проверка соединений топливопроводов;

и) проверка, регулировка и зачистка контактов прерывателя;

к) проверка заводного механизма (В-3), дроссельной заслонки, воздухоочистителя, действия вентилятора;

л) проверка работы масляного насоса, промывка картера и сетки насоса;

м) проверка исправности радиатора и трубопроводов Л-3 и Л-3/2;

н) выслушивание двигателя на отсутствие ненормальных стуков.

Генераторы, электромоторы, преобразователи

Осмотр 01:

а) удаление с корпуса машины пыли, грязи и загустевшего масла;

б) удаление пыли внутри машины продувкой ручным мехом;

в) протирка коллектора и контактных колец;

г) очистка загрязненных и замасливших ся щеток.

Осмотр 02:

В осмотр 02, кроме работ, предусмотренных осмотром 01, входит:

а) проверка исправности коллектора и контактных колец;

б) прочистка канавок между пластинами коллектора (продораживание);

в) шлифовка коллектора и контактных колец стеклянной бумагой на колодке;

г) проверка и регулировка установки траверза, прилегания к коллектору и свободного перемещения щеток в щеткодержателях;

д) замена и притирка щеток (в случае необходимости);

е) промывка подшипников и смена масла;

ж) проверка исправности клемм, зажимов и проводов; исправление электрических контактов.

Усилительная и электроакустическая аппаратура

Осмотр 01:

Очистка аппаратуры от пыли продувкой ручным мехом, мягкой кистью или тряпкой.

Осмотр 02:

Проверка паек и исправности переключателей, колодок, клеммных панелей и штепсельных вилок; исправление электрических контактов.

Виды ремонтов

Объем работы по каждому виду ремонта определяется сроком службы отдельных деталей до пределов допустимого износа.

Практикой работы киносети и киноремонтных мастерских ориентировочно установлено, через какой промежуток времени требуется смена тех или иных деталей, тот или иной ремонт.

Перечень деталей, сменяемых при ремонте кинопроектора К-25, приведен в табл. 19.

По срокам службы смена деталей разбивается на три группы; в соответствии с этим установлено три вида ремонтов: текущий, средний и капитальный или в номерном обозначении — ремонты № 1, № 2, № 3.

В процессе ремонта № 2, кроме замены деталей с более продолжительным сроком службы, производятся замена деталей и все операции, предусмотренные ремонтом № 1.

В ремонт № 3 входят также операции, производимые при ремонтах № 1 и № 2.

Ремонты чередуются в следующей последовательности.

После ремонта № 1 производится ремонт № 2, затем ремонт № 1 повторяется, а за ним производят ремонт № 3. После этого весь цикл повторяется, т. е. начинается опять с ремонта № 1 и т. д.

Сроки ремонта киноаппаратуры и оборудования приведены в табл. 20.

Поршневые кольца двигателей внутреннего сгорания сменяются через каждые 250 часов работы двигателя.

Таблица 19

Сроки службы деталей К-25

№ п/п	Наименование деталей	№ детали	Периодичность (в часах)				Срок службы деталей (в часах)	Количество деталей, сменяемых за ремонтный цикл
			400	800	1200	1600		
			Ремонты					
			№ 1	№ 2	№ 1	№ 3		
1	Барабан скачковый	71 А	1	1	1	1	400	4
2	Ролики прижимные	57 А	2	2	2	2	400	8
3	Ролики фрикционного ролика	75 А	2	2	2	2	400	8
4	Палец эксцентрика	75 А	1	1	1	1	400	4
5	Кадровая рамка	52	1	1	1	1	400	4
6	Шестерня текстолитовая	28	1	1	1	1	400	4
7	Втулка эксцентричная	3	—	1	—	1	800	2
8	Крест мальтийский	4	—	1	—	1	800	2
9	Ролики направляющие	129	—	12	—	12	800	24
10	Втулки вала 32-зубцового барабана	21/23	—	2	—	2	800	4
11	Барабан 32-зубцовый	29	—	1	—	1	800	2
12	Эксцентрик собранный	6 к	—	—	—	1	1 600	1
13	Ось ролика совмещения кадра	62	—	—	—	1	1 600	1
14	Шестерня эксцентрика	9	—	—	—	1	1 600	1
15	Вал стабилизатора	71	—	—	—	1	1 600	1
16	Оси направляющих роликов	125	—	—	—	6	1 600	6
17	Вал 32-зубцового барабана	24	—	—	—	1	1 600	1
18	Шестерня мотора	9	—	—	—	1	1 600	1
19	Ось роликовой каретки скачкового барабана	62	—	—	—	1	1 600	1
20	Ось каретки фрикционного ролика	112	—	—	—	1	1 600	1
21	Ролики кассет	—	—	—	—	8	1 600	8
22	Оси роликов кассет	—	—	—	—	4	1 600	4
	Детали оптики, заменяемые при поломках и порче							
1	Зеркало плоское	5256	—	—	—	—	—	—
2	Линза конденсора 1-я	4875	—	—	—	—	—	—
3	Линза конденсора 2-я	4898	—	—	—	—	—	—
4	Линза конденсора 3-я	5817	—	—	—	—	—	—
5	Рефлектор	4817	—	—	—	—	—	—

Таблица 20

Сроки плановых ремонтов

Вид аппаратуры	Виды ремонтов, производимых по истечении часов работы от начала цикла			
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 3
Проектор К-25, К-35, К-101	400	800	1 200	1 600
Проектор 16-3П	350	700	1 050	1 400
Передвижная электростанция	500	1 000	1 500	2 000

Перечень деталей, сменяемых во время того или иного номерного ремонта, практически не всегда будет одинаков: в зависимости от ухода и качества деталей некоторые детали потребуется сменить гораздо раньше, другие могут оказаться исправными и останутся до следующего ремонта.

В зависимости от условий работы межремонтные сроки, как и всякие нормы, могут быть пересмотрены в сторону их ужесточения. Улучшение качества аппаратуры и запасных частей, стахановская работа киномеханика и высокий уровень ухода за аппаратурой, несомненно, приведут к увеличению межремонтных сроков или к удлинению сроков службы отдельных деталей.

Для усилительной и электроакустической аппаратуры, части которой не подвергаются износу вследствие трения, периодичность и объем планово-предупредительного ремонта не устанавливаются, так как неисправности этой аппаратуры имеют случайный и чаще всего аварийный характер.

Усилительную и электроакустическую аппаратуру необходимо подвергать регулярным осмотрам, проверкам и испытаниям одновременно с проектором.

Сроки и объем ремонта устанавливаются в зависимости от фактического (выявленного в результате осмотра) состояния агрегата.

В результате осмотра предупреждается выход аппаратуры из строя, устраняются мелкие неисправности и устанавливаются сроки сдачи аппаратуры в ремонт, т. е. устанавливается система послеосмотрового ремонта.

Послеосмотровая система ремонта может быть также рекомендована для электросилового оборудования по следующим причинам.

Питание двигателей топливом различного вида и качества, а также применение различного качества смазочных масел вносит значительные колебания в сроки службы деталей. Ввиду этого целесообразнее устанавливать сроки ремонта в зависимости от результата планового осмотра, рассматривая приведенные выше сроки ремонта двигателей как ориентировочные при планировании времени сдачи электростанции в ремонт.

Система планово-предупредительного ремонта и жесткое ее выполнение обеспечивает равномерную работу киноремонтной мастерской и сведение простоя киноустановки в ремонте к минимуму.

Кроме того, при хорошо поставленной плановой системе ремонтов киноремонтная мастерская может выделять подменную аппаратуру на время ремонта.

В целях сокращения сроков простоя система ремонта киноустановок должна быть организована так, чтобы максимально возможное количество ремонтных работ производилось на месте, без отправки аппаратуры в киноремонтную мастерскую.

Все ремонтные работы, не требующие применения станкооборудования, должны производиться непосредственно в районном центре, куда кинопередвижки периодически собираются по выполнении маршрута. Для этой цели киноремонтные мастерские направляют специальных мастеров в районные базы в твердо установленные календарные сроки.

Как правило, все текущие ремонты № 1 должны производиться только на месте нахождения аппаратуры, так как все они не требуют применения станкооборудования.

В табл. 21 приведена периодичность осмотров и ремонтов передвижных киноустановок.

Таблица 21

Периодичность осмотров и ремонтов

Осмотры и ремонты	Периодичность	Где выполняется	Кто выполняет
Осмотр 01	Ежедневно	На месте работы	Киномеханик
Осмотр 02	Через каждые 50 часов (по возвращении из маршрута)	В райотделе	Киномеханик и техник райотдела
Ремонт № 1	Через каждые 350—400—500 часов	То же	Мастер-ремонтер и киномеханик
Ремонт № 2	Через каждые 700—800—1 000 часов	В киноремонтной мастерской	
Ремонт № 3	Через каждые 1 400—1 600—2 000 часов	То же	

Глава 47

УЧЕТ РАБОТЫ КИНОУСТАНОВКИ

Техническая документация

Для наблюдения за работой киноустановки, для контроля соблюдения периодичности осмотров аппаратуры, выполняемых киномехаником, и для принятия мер по результатам осмотров по каждой установке ведется журнал киномеханика.

Журнал киномеханика передвижной киноустановки

Бригада	Агрегаты киноустановки	Тип	№
Киномеханик Моторист	Проектор		
	Усилитель		
	Электростанция		
	Автомашина		

Учет работы					Учет осмотров			
Дата	Название фильма	Место сеанса	Время сеанса	Неисправности, обнаруженные во время работы, и их устранение	Дата	Осмотры и проверка агрегатов: наименование агрегата	Осмотры и проверка агрегатов: характер осмотров и проверок	Состояние установки: неисправности, обнаруженные при осмотре; сменные детали

Подпись киномеханика

Распоряжение и подпись районного техника

Подпись киномеханика и моториста

Распоряжение и подпись районного техника

Лица, имеющие право проверять работу киноустановки, отмечают в журнале киномеханика качество ухода за аппаратурой и оборудованием, порядок и чистоту содержания технического имущества, своевременность устранения мелких неполадок, правильность смазки и т. п.

В случае необходимости сдачи агрегата в ремонт в журнале записывается соответствующее указание.

Паспортизация

Кроме журнала киномеханика, на каждую киноустановку заводятся паспорта кинопроекционного устройства, усилителя и электростанции, в которых отмечаются все технические данные, результаты проведенных обследований и испытаний, а также движение ремонта аппаратуры и оборудования.

Паспорт на кинопроекционное устройство имеет следующую форму:

Паспорт № _____

на кинопроекционное устройство (пост)

1. Инвентарный №			
2. Наименование ведомства			
3. Предприятие, в непосредственном ведении которого находится киноустановка			
4. Наименование и адрес установки			
5. Год выпуска		Вид установки	11. Государственная, ведомственная
6. Дата ввода в эксплоатацию			12. Стационарная, передвижная
7. Проработанное количество часов до паспортизации			13. Звуковая, немая
8. Общее определение технического состояния			14. Широкопленочная, узкопленочная
9. Балансовая стоимость			15. Работающая, неработающая (Подчеркнуть)
10. Дата заполнения	16. Подписи составителей		

Оборотная сторона

Технические данные и характеристика киноустановки

Наименование	Тип	Фабричный №	Примечание
17. Проектор			
18.			
19.			
20.			
21.			
22. Фонарь			
23. Лампа			
24. Штатив			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			

Движение киноустановки по ремонту

31. Дата	32. Число часов работы после предыдущего ремонта	33. Объект ремонта	34. Характеристика или № ремонта	35. Где производился ремонт

Обследования и испытания киноустановки

36. Дата	37. Номер акта	38. Кем произведено	39. Краткие выводы	40. Примечание

ВНИМАНИЕ!

Все изменения, производимые в киноустановке, должны быть немедленно записаны в паспорт.

Сведения о произведенных изменениях должны быть немедленно сообщены в соответствующее Управление кинофикации для внесения во второй экземпляр паспорта, хранящийся там.

Паспорт на усилительное устройство имеет следующую форму:

Паспорт № _____

на усилительное устройство (полный тракт)

1. К паспорту на кинопроекционное устройство № _____
2. Наименование ведомства _____
3. Предприятие, в непосредственном ведении которого находится киноустановка _____
4. Наименование и адрес киноустановки _____
5. Технические данные и характеристика устройства

Наименование	Тип	Фабричный №	Прочие данные	Примечание
Усилитель				
Громкоговоритель				
Измерительные приборы				

6. Движение киноустановки по ремонту

Дата	Число часов работы после предыдущего ремонта	Объект ремонта	Характеристика ремонта	Где производился ремонт

Паспорт на электростанцию составляется по следующей форме:

Паспорт №_____

на стационарную или передвижную электростанцию_____

1. К паспорту на кинопроекционное устройство №_____
2. Инвентарный №
3. Наименование ведомства
4. Предприятие, в непосредственном ведении которого находится киноустановка

5. Наименование и адрес кино-установки

6. Двигатель

Название	Тип	Фабричный №	Мощность	Обороты (в минуту)	Год выпуска

7. Генератор

Прочее оборудование электростанции

Название	Технические данные	№	Примечание
8.			
9.			
10.			

Движение электростанции по ремонту

11. Дата	12. Объект ремонта	13. Характер ремонта	14. Где производился ремонт	15. Примечание

Копии паспортов хранятся в райотделах, областных, краевых и республиканских органах кинофикации. О всяких изменениях надлежит немедленно сообщать для внесения в копии паспортов.

Глава 48

УЧЕТ АВАРИЙ

Правильно организованная планово-предупредительная система ремонта, строгое соблюдение периодичности ремонтов и надлежащее качество их выполнения, а также регулярные и тщательные осмотры аппаратуры должны исключать возможность случайных, внеплановых и аварийных ремонтов.

В практике все же могут быть случаи, когда аппаратура приходит в неисправность по тем или иным непредвиденным обстоятельствам.

Каждая авария должна фиксироваться «Аварийным актом» и заноситься в «Журнал учета аварий и брака» по следующим формам:

Журнал учета аварий и брака

№ п/п	Где произошла авария	Месяц, число и время (часы, минуты), когда произошла авария	Род аварии, наименование оборудования, с которым произошла авария	Общая продолжительность простоя или срыва из-за аварии	Потери и убытки	Объем и характер восстановительных работ; потребные время и средства	Характеристика и причины аварии	Фамилии и должности виновников аварии	Принятые меры по ликвидации; отметки об их выполнении Подпись ответственного лица	Когда и куда сообщено об аварии
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Аварийный акт №____

«____» _____ 19 _____
(число) (месяц) (год)

1. Где и кем составлен _____
(фамилии, должности)
2. Наименование агрегата _____
3. Паспорт № _____ Инвентарный № _____
4. В чьем ведении находится агрегат (райотдел и т. п.)
5. Фамилия киномеханика, ответственного за киноустановку
6. Когда произошла авария _____
7. При каких обстоятельствах произошла авария _____
8. В чем заключается авария _____
9. Причина аварии _____
10. По чьей вине произошла авария _____
11. Какие части требуют проверки, исправления или замены _____

_____

12. Мероприятия для предупреждения повторения подобных аварий: _____

_____

Подписи _____

Заключение техника: _____

_____

_____

Подпись _____

О каждой аварии киномеханик обязан немедленно сообщать руководителю организации, в ведении которой находится киноустановка, выслав аварийный акт и соответствующие объяснения.

Ни один случай аварии, простоя, брака или срыва сеанса не может быть оставлен без детального разбора причин, установления конкретного виновника и принятия мер, исключающих в дальнейшем возможность повторения подобных явлений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит сущность системы планово-предупредительного ремонта?
2. Что такое ремонтный цикл и межремонтный период?
3. Какие виды осмотров практикуются на передвижных киноустановках и в какие сроки они проводятся?
4. Какие основные операции входят в осмотры кинопроектора 01 и 02?
5. Какие основные операции входят в осмотры усилителя и электроакустической аппаратуры 01 и 02?
6. Какие основные операции входят в осмотры электростанции 01 и 02?
7. Какие виды ремонтов практикуются в киносети, в какие сроки эти ремонты планируются и чем определяется характер каждого ремонта?
8. Как планируется ремонт усилительной и электроакустической аппаратуры?
9. В каких местах и кем выполняются осмотры и ремонты аппаратуры и оборудования передвижной киноустановки?
10. Какая техническая документация обязательна для каждой передвижной киноустановки, основное содержание и назначение?

Глава 49

ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ

Пригодность детали к дальнейшей работе зависит от степени ее износа. Деталь с некоторым износом, работающая в аппарате, может оставаться незамененной, если ее дальнейшее использование не нарушает правильности взаимодействия сопряженных с ней частей, не вызывает повышенного износа фильма, не ухудшает качество кинопоказа и не увеличивает пожарной опасности.

Так как фактический срок службы деталей зависит от их качества и от ухода за аппаратурой, необходимость смены той или иной детали определяется степенью фактического износа, устанавливаемой осмотром и обмером.

Износ деталей мальтийской системы

Основными обязательными условиями нормальной работы мальтийской системы являются: взаимная перпендикулярность шлицов и точное пересечение их средних линий в центре головки креста; перпендикулярность головки креста к его валу; чистота и правильность рабочих поверхностей креста и эксцентрика; плавность вхождения пальца в шлицевые пазы; отсутствие люфта и биения (рис. 455). Несоблюдение этих условий немедленно отражается на качестве работы кинопроектора.

Так, например, в случае несоблюдения взаимной перпендикулярности и правильности расположения шлицов относительно осевых линий шаг креста будет неравномерным; вследствие этого палец эксцентрика будет

входить в некоторые шлицы с ударами, что повлечет образование выбоин на их рабочих поверхностях и может привести к поломке креста (рис. 456).

В этом случае кадры фильма останавливаются не точно в границах кадрового окна, и на экране наблюдается тряска изображения.

Между шайбой эксцентрика в связи с износом лопастей креста и рабочей поверхности шайбы образуется зазор (рис. 457), вследствие чего на экране во время проицирования изображения мальтийский крест будет останавливаться с некоторым опережением или отставанием относительно должного положения; в результате палец не будет входить плавно в шлицы, будет наталкиваться на концы лопастей креста (на перья) и входить в шлиц с ударами. От этого изображение на экране будет колебаться.

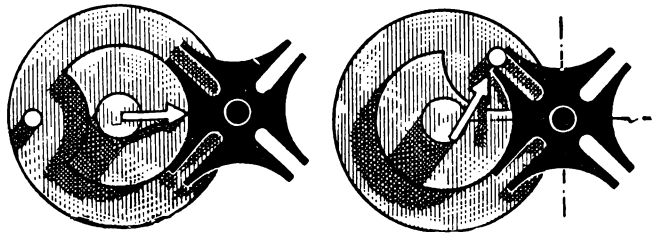


Рис. 455. Нормальное взаимодействие мальтийского креста и эксцентрика

Между фиксирующей выемкой креста и фиксирующей шайбой эксцентрика отсутствует зазор (люфт), палец эксцентрика входит плавно в шлиц головки креста

Зазор между крестом и шайбой эксцентрика устраняется поворотом эксцентричной втулки; однако во избежание нарушения плавности вхождения пальца в шлицы необходимо отрегулировать также установку пальца, используя эксцентричность его положения в отверстии, и крепление посредством гайки.

В процессе изготовления запасных частей мальтийской системы встречаются случаи несоблюдения размеров рабочих элементов креста и

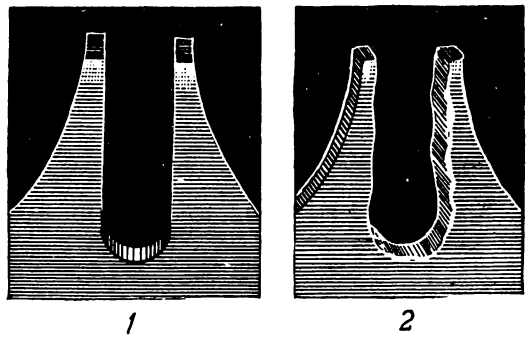


Рис. 456. Шлиц головки мальтийского креста

1 — нормальный; *2* — шлиц неправильно изготовленного креста, вследствие чего палец входит с ударами и образовываются выбоины

шайбы эксцентрика (на рис. 458—460 отклонения от правильных размеров изображены для наглядности в преувеличенном виде).

Первый случай — радиус фиксирующей выемки креста больше радиуса фиксирующей шайбы эксцентрика (рис. 458). Этот дефект вызовет удары в момент входа пальца в шлицы и неспокойное стояние кадра.

Второй случай — радиус фиксирующей выемки креста меньше радиуса фиксирующей шайбы эксцентрика (рис. 459). Ввиду этого износ концов перьев лопастей креста значительно ускорится и может привести к их излому.

На рис. 460 показано взаимодействие креста и эксцентрика при неправильно профрезерованных шлицах головки креста в диаметральном

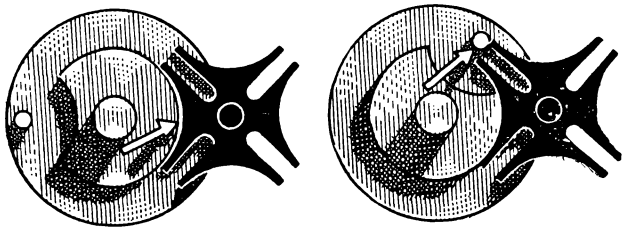


Рис. 457. Фиксирующие выемки креста и фиксирующая шайба эксцентрика изношены

Между шайбой и выемкой креста зазор, палец наталкивается на перо

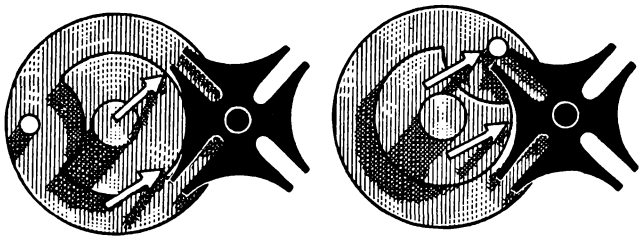


Рис. 458. Радиус фиксирующей выемки креста больше радиуса фиксирующей шайбы эксцентрика

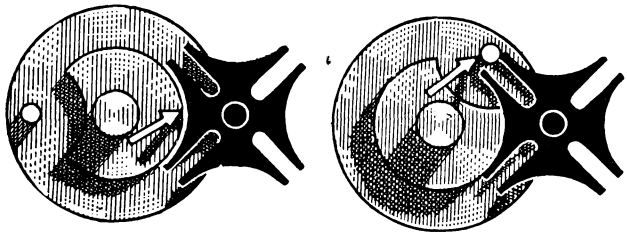


Рис. 459. Радиус фиксирующей выемки креста меньше радиуса фиксирующей шайбы эксцентрика

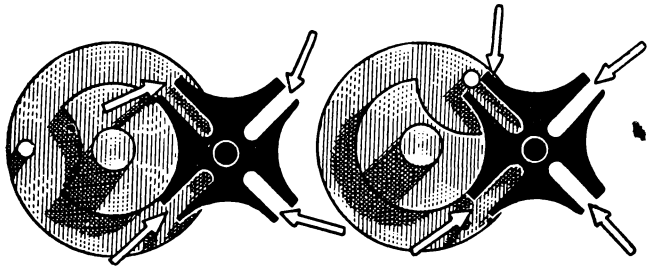


Рис. 460. Неправильно профрезерованные шлицы головки креста

Шлицы взаимно неперпендикулярны

направлении. Зазор между крестом и шайбой согласно допускам не должен превышать 0,02 *мм*. При увеличении зазора по мере износа рабочих поверхностей креста и эксцентрика, как указано выше, его можно устранить поворотом эксцентричной втулки с одновременной регулировкой или сменой пальца. Эксцентриситет втулки, т. е. расстояние между центром втулки и центром отверстия, равен 0,5—0,75 *мм*, пальца—0,25 *мм*; при изготовлении и смене пальца эксцентриситет его может быть увеличен до размеров, обеспечивающих плавное вхождение в шлицы креста.

Таким образом для определения предела износа эксцентричной втулки и пальца можно руководствоваться величиной эксцентриситета втулки, установив допустимый износ каждой из трущихся поверхностей 0,2—0,3 *мм*. Но во избежание чрезмерного уменьшения толщины перьев креста, что может вызвать их излом и привести к серьезной аварии, предельный износ каждой из этих деталей до их смены не следует допускать более 0,10—0,15 *мм*.

На подвергшихся износу рабочих поверхностях шлицов креста обычно образуются выбоины (см. рис. 456); до такого состояния доводить шлицы креста нельзя. В целях сохранения плавности работы мальтийского механизма и устойчивости кадра предельный зазор между пальцем и щеками шлицов (если за предел взять полтора максимальных допуска) не должен превышать $0{,}03 \cdot 1{,}5 = 0{,}045$ *мм*.

Предел износа вала креста, вала эксцентрика и их втулок также не должен приниматься большим полуторной величины максимального зазора.

Устойчивость кадра в рамке проекционного окна фильмового канала во многом зависит от исправности мальтийской системы и скачкового барабана. Допустим, что колебание изображения на экране не должно превышать 0,2% его высоты; тогда колебание кадра в рамке допускается не более

$$\frac{15{,}2 \cdot 2 \cdot 0{,}2}{100} = 0{,}060 \text{ мм}.$$

В этих пределах выдерживается сумма допусков на точность и фактические зазоры в соединениях всех частей проектора, влияющих на устойчивость кадра.

Если же учесть, что часть допусков на устойчивость кадра следует отнести за счет неисправности фильма (неточность перфорации, колебания во время съемки и копирования, неравномерная усушка пленки), тогда предел колебания кадра, зависящий от проектора, еще более сузится.

Все эти соображения показывают, какой точности требует изготовление сменных деталей и как серьезно нужно относиться к ремонту и проверке проекционной киноаппаратуры.

Износ зубчатых барабанов

Технические условия, предъявляемые к зубчатым барабанам, требуют равномерности шага, правильности размеров и профиля зубцов, отсутствия радиального и осевого биения, тщательной обработки всех поверхностей барабана, соприкасающихся с фильмом, и отсутствия в этих местах острых ребер, заусенцев, царапин и т. п.

Неравномерность шага и биение барабана вызывают неспокойное стояние кадра в окне фильмового канала. Техническими условиями установлены следующие пределы допускаемых отклонений: диаметральное биение скачкового барабана — не более 0,02 *мм*, осевое биение скачкового барабана — не более 0,03 *мм*.

Изнашиваясь, зубцы барабанов принимают вид, показанный на рис. 461,*1*. На рисунке дано увеличенное изображение венца барабана и показаны «крючья», образовавшиеся вследствие износа зубцов, рвущие перфорацию фильма. При появлении следов таких износов, заметных в лупу, барабан нужно немедленно сменить.

Контролируя качество зубчатых барабанов, необходимо следить, чтобы возвышения зубчатого венца, остающиеся между зубцами после их фрезерования, были тщательно зачищены вровень с венцами барабана (рис. 462,*1*), в противном случае фильм будет переламываться на острых ребрах выступа зубчатого венца, т. е. по всей своей длине фильм получит продольный надлом и придет в негодность. Эта неисправность барабана особенно губительна для фильмов в тех случаях, когда придерживающие ролики скачкового барабана установлены неправильно, а также когда неправильно изготовлены ролики, т. е. диаметры внутренней и наружной реборд одинаковы (рис. 463).

Не менее важно, чтобы внешний рабочий борт скачкового барабана был расположен по касательной к плоскости фильмового канала, что обеспечит устойчивость изображения в кадровом окне.

Во избежание нанесения царапин на изображение и фонограмму диаметр внутреннего борта барабана делается на 0,25 *мм* ниже диаметра наружного борта (рис. 464).

Барабаны должны быть посажены на своих валах плотно и вполне прочно, в противном случае кадр будет стоять в проекционном окне неспокойно, кроме того это приведет к порче фильма. Так, например, если 32-зубцовый барабан вследствие поломки или ослабления стопорных винтов будет провертываться на своем валу, то в момент остановки барабана фильм не будет вытягиваться из подающей кассеты, верхняя петля под действием работающего скачкового барабана вытянется, кинолента натянется и оборвется. В случае ненадежного закрепления на валу 32-зубцового барабана последний может остановиться и фильм оборвется автонаматывателем.

Крепление скачкового барабана бывает часто непрочным потому, что торцовый винт, удерживающий его на валу, не обеспечивает неподвижной посадки, в связи с чем барабан во время работы может иногда несколько проворачиваться на валу в ту или другую сторону. Результат — колебание кадра в рамке.

Износ направляющих деталей фильмового тракта

Все части фильмового тракта собираются и выверяются так, чтобы средняя линия на всем протяжении тракта лежала в одной плоскости, т. е. чтобы оси роликов и валы барабанов были горизонтальны и параллельны между собой. На всем своем пути фильм не должен иметь перекосов: отклонения от прямолинейного тракта и перекосы нарушают правильное зацепление перфорации зубцами барабанов и вызывают набегание фильма на зубцы барабана; результат — порча фильмокопии.

В диске принимающей кассеты не допускается радиального и осевого биения. Хорошо отрихтованный диск не должен задевать за стенку кассеты.

Во избежание повреждений перфорации фильма нормальное натяжение пленки в подающей кассете не должно быть более 60—100 *г*, прижим в фильмовом канале и натяжение пленки в момент протягивания ее через звуковой блок не должно превышать 300—350 *г*.

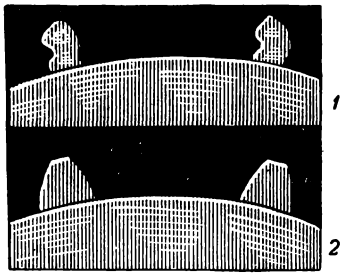


Рис. 461. Износ зубьев скачкового барабана
1 — изношенные зубья; *2* — нормальные зубья

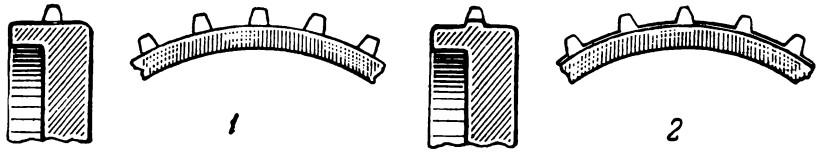


Рис. 462. Возвышение между зубцами барабана приводит к разрушению фильма
1 — правильная фрезеровка зубьев барабана (междузубцовое возвышение отсутствует); *2* — неправильное фрезерование зубьев

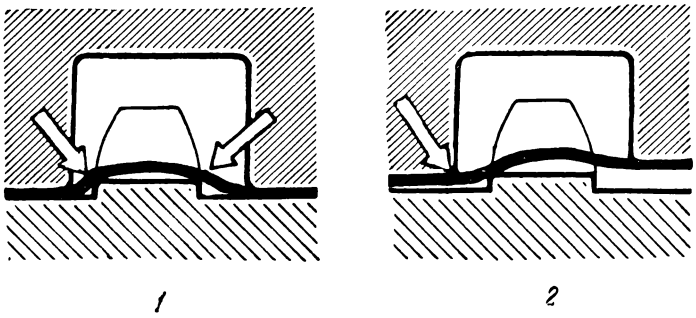


Рис. 463. Излом фильма на междузубцовом возвышении при неправильно изготовленном и установленном придерживающем ролике *1*
Правильной формы придерживающий ролик и правильно установленный по отношению к барабану способствует сохранению фильма, даже при наличии междузубцового возвышения *2*

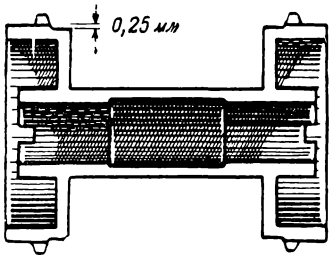


Рис. 464. Скачковый барабан в разрезе
(внутренний борт барабана ниже наружного на 0,25 *мм*)

Все детали фильмового канала, соприкасающиеся с фильмом (полозки, кадровая рамка), должны быть тщательно отшлифованы, не должны иметь выбоин, заусенцев, острых углов и перекосов. Сборка фильмового канала должна обеспечивать неподвижное стояние кадра, вместе с тем давать возможность плавного и легкого передвижения фильма без поперечных колебаний и без одностороннего зажима.

Немаловажное значение в работе аппарата имеет исправность роликов и правильная их установка. На рис. 465 в увеличенном виде показана правильная и неправильная установка придерживающих роликов скачкового барабана.

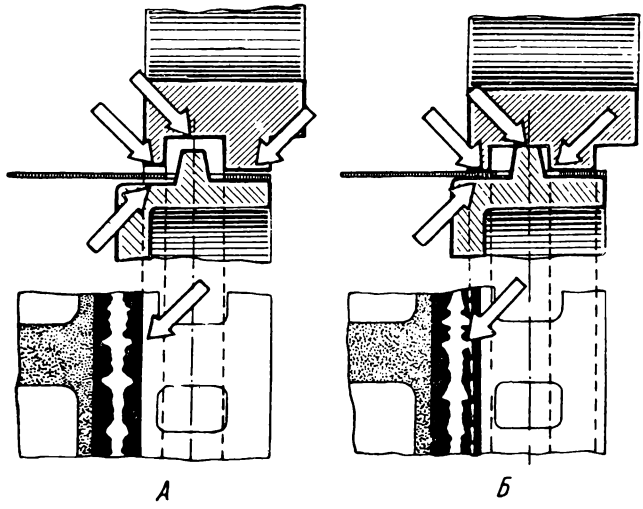


Рис. 465. Установка придерживающих роликов скачкового барабана

А — правильно; *Б* — неправильно

Необходимо следить за тем, чтобы расстояние рабочей поверхности роликов от внешнего борта барабана составляло две толщины фильма (т. е. 0,2—0,3 *мм*), а диаметр внутреннего борта ролика был меньше диаметра наружного борта на 0,25 *мм*.

Внутренняя реборда ролика не должна заходить на звуковую дорожку во избежание порчи фонограммы; рабочие поверхности роликов должны быть хорошо отшлифованы и наружные ребра закруглены. Оба ролика должны быть одинакового диаметра, а ось каретки не иметь перекосов.

Ролики должны вращаться свободно, так как заедание вызовет их односторонний износ, в свою очередь вызывающий царапание фильма и неустойчивое стояние кадра.

При обнаружении одностороннего износа роликов их необходимо сменить.

Износ рабочей поверхности наружной реборды роликов нельзя допускать большим 0,2 *мм* (рис. 466), в противном случае внутренний борт ролика будет касаться фильма; вершины зубцов барабана упрутся в дно канавки ролика, что повлечет смятие зубцов и как следствие этого — порчу перфорации фильма.

Износ деталей звукового блока

Особенно внимательно должен следить киномеханик за исправностью деталей, от которых зависит равномерность движения фильма в звуковой части фильмопротяжного тракта.

После скачкового барабана пульсация фильма устраняется фрикционным роликом. Фильм должен поступать на звуковой барабан совершенно «успокоившимся», а сам звуковой барабан вращаться с постоянной, строго установленной скоростью и не иметь радиального и осевого биений, чтобы фонограмма проходила перед световым штрихом с равномерной скоростью, на постоянном расстоянии от источника света и без боковых перемещений.

Несоблюдение этих условий вызовет искажение, в частности так называемое плавание звука.

Иногда фонограмма движется неравномерно из-за неравномерности вращения звукового барабана по причине неисправности стабилизатора или наличия радиального биения, когда линейная скорость в различных точках на окружности барабана различна.



Рис. 466. Придерживающий ролик

При радиальном биении звукового барабана фонограмма то приближается к источнику света, то удаляется от него; интенсивность просвечивания фонограммы при этом колеблется, вследствие чего соответственно изменяется воздействие светового луча на фотоэлемент, и громкость звука то возрастает, то падает. Кроме того, из-за некоторой расфокусировки светового штриха происходит периодическое срезание высоких частот. При осевом биении звукового барабана равномерность освещения фонограммы колеблется по ширине: то правая, то левая часть фонограммы выходит за пределы светового штриха, под воздействие которого попадают соседние с фонограммой участки фильма, и к звуку примешиваются различные помехи, «читаемые» на участках фильма, граничащих с фонограммой. В итоге помехи и искажения: хрип, плавание звука, трески и фон.

Неисправность или неправильная установка звуковой лампы также может быть причиной искажений звука. Звуковая лампа должна быть высокого качества и установлена так, чтобы обеспечить резкость светового штриха, наибольшую яркость штриха и равномерную его освещенность. Если лампа отфокусирована неправильно и ее колба почернела, световой штрих будет расплывчатым и недостаточно ярким; в результате — срезание высоких частот и недостаточная громкость звука.

Если спираль лампы искривлена или неправильно намотана, наблюдается неравномерность освещенности штриха по его длине; фонограмма при этом просвечивается по ширине неодинаково. В результате — искажение звука.

Неточность установки механической щели также влечет за собой неудовлетворительное воспроизведение звука. Перекос щели вызывает неправильное положение светового штриха на фонограмме, что приводит к искажению звука.

При смещении звуковой оптики и выходе светового штриха за поле фонограммы возникают помехи (прослушивается звук от перфорации — дополнительная частота 96 герц или от межкадровых линий фильма — дополнительная частота 24 герца).

Необходимо тщательно проверять исправность и балансировку стабилизатора. Неуравновешенность стабилизатора вызывает вибрацию системы, неравномерность движения фильма и «плавание» звука.

Основное назначение стабилизатора — обеспечить равномерное движение фонограммы перед световым штрихом. Колебания допускаются не более 0,6 — 0,7% от средней скорости движения фильма.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким условиям обеспечения нормальной работы должны соответствовать детали мальтийской системы и как влияют величина и износ деталей на работу проектора?
2. Какой предельный износ допускается для мальтийского креста, эксцентрика и пальца?
3. Каким условиям должны соответствовать зубчатые барабаны и какие последствия применения барабана, не отвечающего техническим условиям?
4. Каковы последствия слабого крепления барабана на валу мальтийского креста?
5. Каким требованиям должны соответствовать направляющие детали фильмопротяжного тракта?
6. Каким требованиям должны соответствовать детали звукового блока?

ЧАСТЬ IX

РЕМОНТ

Глава 50

РАЗБОРКА И СБОРКА КИНОПРОЕКТОРА

Ремонтный процесс кинопроектора состоит из следующих операций:

а) разборки аппарата;

б) промывки и очистки деталей;

в) осмотра, обмера и отбраковки деталей;

г) исправления деталей, могущих быть использованными для дальнейшей работы;

д) комплектования, сборки, регулирования и проверки отдельных узлов (мальтийской системы, стабилизатора и т. п.);

е) сборки и регулирования проектора в целом;

ж) испытания аппаратуры.

Ремонт кинопроектора состоит из следующих операций: разборки и сборки с постановкой новых деталей взамен изношенных.

В процессе разборки и сборки проектора необходимо соблюдать правила обеспечения сохранности деталей; производить разборку и сборку в определенной, твердо установленной последовательности; применять вполне исправные инструменты, соответствующие деталям.

На рис. 467 показан набор отверток для разборки и сборки проектора. Размер каждой отвертки должен точно отвечать размеру шлица соответствующего винта.

Лезвия отверток должны быть в полной исправности и заправлены по мере износа.

Отвертки изготовляются из стали с содержанием 0,5—0,6% углерода, рабочая часть их закаливается. Ширина отвертки должна быть несколько меньше ширины прорези в головке винта. Конец отвертки должен быть тупым.

На рис. 468 показано правильное и неправильное применение отвертки и ее заправка.

На рис. 469 показан набор бородков, применяемых для разборки и сборки проектора. Рабочая часть бородка делается конической. Бородки изготовляются из углеродистой инструментальной стали марки У7А.

На рис. 470 показан набор специальных инструментов для разборки и сборки проектора: *1* — рожковая отвертка для винтов направляющих роликов; *2* — ключ эксцентричной втулки мальтийского креста; *3* — рож-

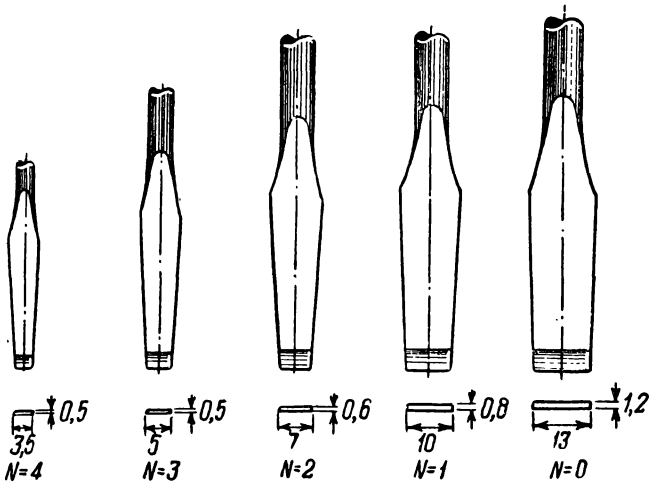


Рис. 467. Набор отверток, применяемых при разборке и сборке кинопроектора

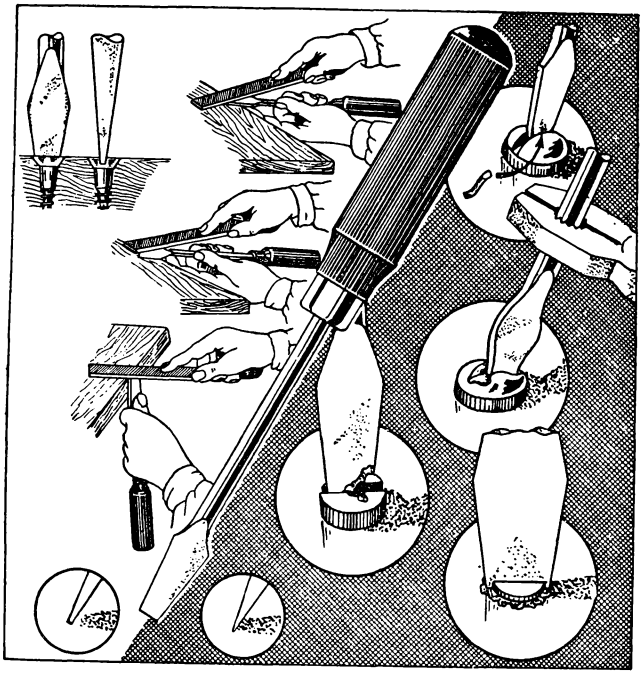


Рис. 468. Заправка отвертки, правильное и неправильное ее применение

(В правой части рисунка показано неправильное пользование отверткой, приводящее к порче винтов)

ковая отвертка—для линзы и панели фотоэлемента; *4* — гаечный ключ для контактов панели. Другая сторона набора содержит четыре отвертки разных размеров.

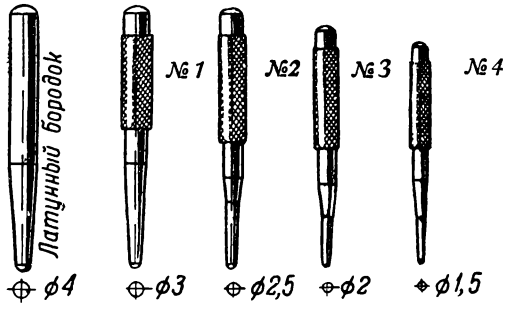


Рис. 469. Набор бородков, применяемых при разборке и сборке кинопроектора

Снятые детали складываются в отдельные для каждого проектора ящики. Если одновременно разбирается несколько аппаратов, смешивать их детали ни в коем случае нельзя.

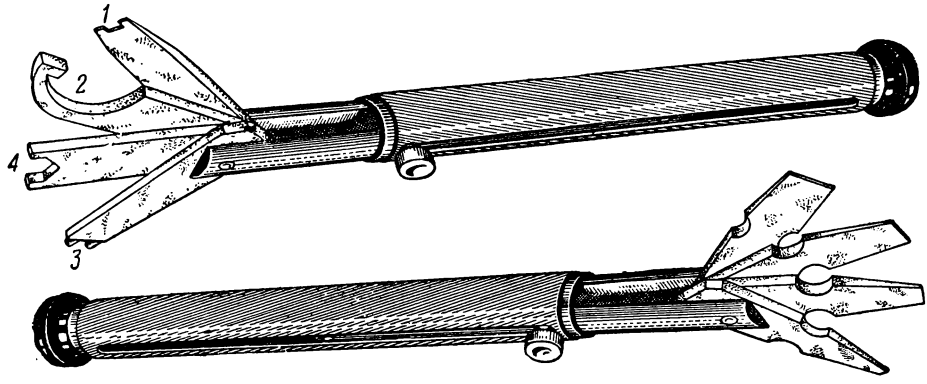


Рис. 470. Набор инструментов к кинопроектору К-25 для киномехаников

Вверху: *1* — рожковая отвертка для линзы и панели фотоэлемента; *2* — ключ эксцентричной втулки мальтийской коробки; *3* — рожковая отвертка для торцовых винтов направляющих роликов; *4* — гаечный ключ для контактов электрической панели проектора. Внизу (с противоположной стороны): четыре отвертки разных размеров

Во время сборки необходимо следить, чтобы каждая деталь, признанная годной к дальнейшей работе, ставилась на то же место, где она была установлена до ремонта.

Разборка проектора

Открыв крышки проектора, поочередно снять их с петель. Бородком № 4 освободить стопорный винт, крепящий тубус микрооптики. Тубус и объектив вынуть, тщательно завернуть в чистую тряпку и положить в безопасное место.

Отверткой *№ 2* отвинтить стопорный винт маховика эксцентрика, снять с упора пружину автоматической заслонки и вынуть маховик вместе с обтюратором и автозаслонкой.

Отверткой *№ 4* отвинтить винты, крепящие рычаг совмещения кадра, и винты, крепящие каретки роликов скачкового барабана и фрикционного ролика, после чего снять каретки.

Отверткой *№ 2* отвинтить стопорный винт текстолитовой шестерни и снять ее с вала барабана.

Отверткой *№ 2* отвинтить винты, крепящие мальтийскую коробку, и отнять ее от плато.

Отверткой *№ 3* отвинтить винты, крепящие узел фильмового канала, и снять его. Открыв фильмовый канал, вынуть из него рамку и полозки.

Отверткой *№ 3* отвинтить винты, крепящие нижний направляющий щиток, и отнять щиток.

Вынуть вал 32-зубцового барабана вместе с сидящим на нем барабаном.

Отверткой *№ 4* отвинтить стопорные винты, крепящие барабан на валу, и снять барабан с вала, после чего отвинтить винты шкива наматывателя и снять шкив с вала барабана.

Рожковой отверткой отвинтить торцовые винты направляющих роликов и снять с осей ролики вместе с промежуточными втулками.

Ослабив отверткой № 4 стопорный винт гайки фрикционного ролика, отвинтить гайку, снять пружину, упорную шайбу и фрикционный ролик.

Рожковой отверткой отвинтить гайки кронштейна линзы фотоэлемента, снять кронштейн и, завернув в чистую тряпку, положить его отдельно, в безопасное место; гайки поставить на место.

Отверткой *№ 0* отвинтить стопорный винт стабилизатора и, сняв стабилизатор с вала, осторожно положить его отдельно в безопасное место.

Вынуть вал фильтра вместе с звуковым барабаном из подшипников со стороны левого отсека.

Отверткой *№ 0* отвинтить стопорный винт звукового барабана и снять барабан с вала фильтра.

Отверткой *№ 3* отвинтить винты подшипника вала звукового барабана и фильтра; вынуть подшипники из корпуса.

Отвинтить стопорный винт шестерни мотора и снять ее с вала ротора.

Отверткой *№ 1* отвинтить винты, крепящие электродвигатель к плато, и вынуть его из аппарата. (Если электродвигатель исправен, можно оставить его на месте.)

Снять с оси ролики каретки скачкового барабана и с оси каретки — ролики фрикционного ролика.

Запилить личным напильником расклепанные концы осей роликов кареток скачкового барабана и фрикционного ролика и выбить оси из рычагов.

Выпрессовать втулки из всех подшипников проектора.

Разборка мальтийской системы

Снять шестерню с вала эксцентрика.

Бородком *№ 4* ослабить винт, стопорящий держатель оси роликов совмещения кадра на оси в коробке мальтийского креста; снять держатель.

Рожковой отверткой отвинтить торцовый винт роликов совмещения кадра; снять ролики с оси.

Отверткой *№ 2* отвинтить винты, крепящие крышку к коробке мальтийского креста; вынуть эксцентрик и мальтийский крест.

Ослабив стопорный винт эксцентричной втулки, вынуть эксцентричную втулку из коробки мальтийского креста.

Сборка проектора

Запрессовать в подшипники втулки вала барабана и вала фильтра.

Сверлом 2,5 *мм* через отверстия в подшипниках просверлить во втулках отверстия для смазки.

Цилиндрической разверткой диаметром 12 *мм* развернуть отверстия во втулках под валы, промыть и протереть втулки, очистив их от стружек, и приработать валы во втулках.

Поставить подшипники на место и закрепить их винтами.

Надеть на вал фильтра стабилизатор и закрепить его стопорным винтом.

Вставив вал фильтра в подшипники, надеть на вал звуковой барабан и закрепить его торцовым винтом. (Вся система должна легко вращаться во втулках, без горизонтального и вертикального люфтов.)

Установить на место кронштейн с линзой фотоэлемента и закрепить его гайками.

Осторожно, легкими ударами молотком красной меди забить ось фрикционного ролика в его основание.

Протереть оси роликов и их основания, удалив металлические стружки; установить оси роликов на место, укрепить винтами.

Установить на место и закрепить винтами заранее собранную и отрегулированную мальтийскую систему вместе с держателем и роликом совмещения кадра.

Установить на место и закрепить винтами рычаг совмещения кадра.

Надеть на вал 32-зубцового барабана и закрепить винтами шкив наматывателя и 32-зубцовый барабан.

Вставив вал барабана в подшипники, надеть на его противоположный конец текстолитовую шестерню и закрепить ее стопорным винтом. Горизонтальный и вертикальный люфты вала барабана не допускаются.

Смазав оси направляющих роликов, надеть на них ролики и промежуточные втулки и закрепить их винтами. (Горизонтальный люфт роликов допускается не более 0,05 *мм*.)

Установить на маховике автоматическую заслонку и обтюратор.

Надеть на вал эксцентрика и закрепить стопорным винтом шестерню, маховик с установленными на нем деталями и торцовой шайбой.

Произвести регулировку обтюратора. К моменту начала движения скачкового барабана установить обтюратор так, чтобы он перекрыл около двух третей поверхности линзы конденсора.

Надеть на ось фрикционного ролика шайбу, собранный фрикционный ролик, упорную шайбу и пружину и навинтить на ось ролика гайку. Стопорный винт гайки временно (до регулировки давления пружины на фрикционный ролик) не закреплять.

Вставив в фильмовый канал кадровую рамку и полозки, проверить на свет плотность прилегания рамки к полозкам. Видимый на глаз просвет не допускается.

Установить посредством шаблона, изображенного на рис. 471, фильмовый канал на место и закрепить его. Шаблон установить в фильмовый канал на место рамки. Если фильмовый канал правильно расположен относительно скачкового барабана, зубья последнего свободно войдут в вырезы шаблона. Если перекоса фильмового канала нет, конец шаблона ложится на обе стороны барабана без зазора.

Если зубья барабана не входят в вырезы шаблона вследствие большого вылета барабана или фильмового канала, недостаток исправить, подобрав

соответствующей толщины шайбы в промежутке между барабаном и телом коробки мальтийского креста.

Установить на место верхний направляющий щиток и отверткой *№ 3* закрепить его винты на плато.

Установить на место электродвигатель и закрепить его.

Надеть свободный конец пружины автоматической заслонки на стержень.

Вставить в рычаги оси роликов каретки скачкового барабана и каретки фрикционного ролика и закрепить их на рычагах расклепкой концов осей, выступающих из рычагов. Клепку производить так, чтобы оси были строго перпендикулярны.

Собрав на осях ролики каретки скачкового барабана и ролики каретки фрикционного ролика, установить их вместе с рычагами на место и закрепить винтами. Установку каретки относительно скачкового барабана производить посредством эксцентричной шайбы так, чтобы расстояние между роликами и поверхностью барабана равнялось двум толщинам кинопленки (0,2—0,3 *мм*).

Зазоры между роликами и барабаном должны быть с обеих сторон одинаковыми. Если зазоры неодинаковы из-за перекоса оси роликов, выправить ось, сняв ролики, посредством трубки, плотно охватывающей ось и посаженной на нее до упора (рис. 472).

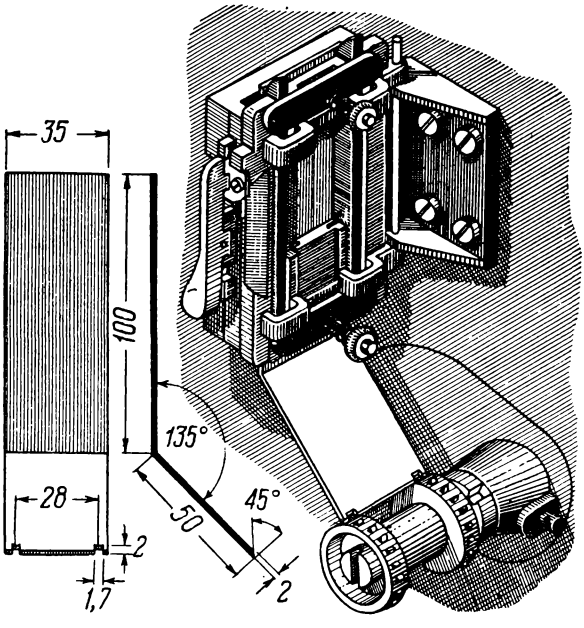


Рис. 471. Шаблон и установка по шаблону фильмового канала К-25

Тщательно протереть все детали проектора, удалив загрязнения и металлическую стружку.

Испытать проектор, прогнав его вхолостую в течение 15—20 минут в целях обкатки и приработки трущихся деталей.

В процессе приработки нужно наблюдать за работой всех трущихся деталей, в особенности за нагревом подшипников. Через каждые 2—3 минуты смазывать трущиеся детали.

Если во втулках вала барабана обнаружится заедание, вал барабана снять и осмотреть состояние его и втулок. Обнаруженные забоины зашлифовать; в крайнем случае заменить детали другими.

Нагрев электродвигателя допускается не более чем до 50—60°С.

Приработка и обкатка считаются законченными, если механизм проектора легко и без шума вращается от руки рукояткой.

Посредством шаблона (рис. 473) отрегулировать правильность положения ролика совмещения кадра относительно фильмового канала. Шаблон определяет вылет ролика и его перекос, характеризуется односторонним прилеганием к ролику.

Ось ролика правится так же, как ось каретки скачкового барабана.

Правильность регулировки проверяется пропуском фильма. Если ролик установлен правильно, натяжение фильма с обеих сторон ролика будет одинаковым, а зубцы скачкового барабана расположатся посредине перфорационных отверстий.

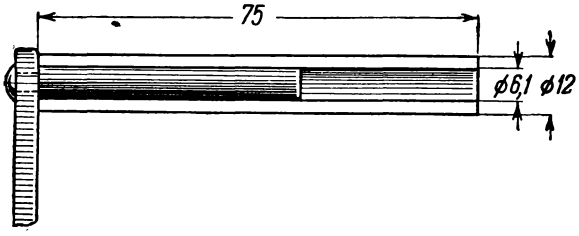


Рис. 472. Приспособление для правки осей роликов

Правильное положение 32-зубцового барабана относительно фильмового тракта проверяется пропуском фильмового кольца, заложенного в проектор. Барабан считается установленным правильно, если зубцы барабана после остановки проектора располагаются посредине перфорационных отверстий; в противном случае надо освободить винты, крепящие барабан на валу, переместить барабан вдоль вала в ту или иную сторону и закрепить винты.

Отрегулировать давление пружины фрикционного ролика, для чего, заложив кусок кинопленки на фрикционный ролик, звуковой барабан и первую пару направляющих роликов, протянуть ленту вручную, следя за тем, чтобы звуковой барабан вращался и натяжение пленки не было ни слабым, ни чрезмерным (не превышало 350—400 *г*). Легкость вращения вала фильтра отрегулировать заранее. После энергичного толчка стабилизатор должен вращаться по инерции 1,5—2 минуты.

Отрегулировать давление полозков на фильм в фильмовом канале.

Установить на проекторе подающую и принимающую кассеты.

Заложив в проектор фильм, проверить его взаимодействие с деталями проектора и положение на направляющих роликах. Если натяжение фильма на участках направляющих роликов одностороннее,—налицо перекос осей роликов, который должен быть устранен способом, описанным выше (см. рис. 472).

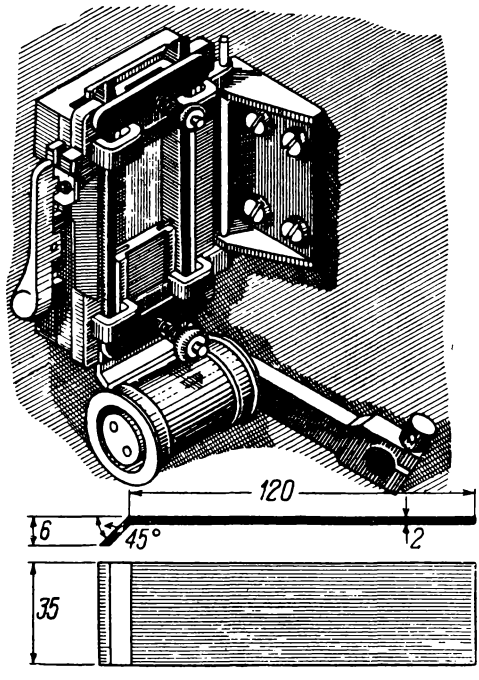


Рис. 473. Шаблон и установка по шаблону ролика совмещения кадра

Отрегулировать натяжение фильма наматывателем, вывинчивая или завинчивая регулировочный винт, т. е. увеличивая или ослабляя давление фрикциона на внутреннюю поверхность втулки диска.

Установить и отъюстировать звуковую оптику, проекционную и звуковую лампы, проверить и исправить электрический монтаж и коммутацию. После этого произвести обкатку, проверку и испытание проектора.

Испытание аппаратуры после ремонта

Проекционная аппаратура. По выходе из ремонта проекционная аппаратура подвергается испытаниям:

а) на стабильную продолжительную работу проектора — ход проектора должен быть ровным, без торможения, посторонние шумы, стуки, перегрев должны отсутствовать;

б) на качество кинопроекции — устойчивость кадра проверяется пропуском контрольного фильма (рис. 474); величина «качки» изображения на экране измеряется миллиметровой линейкой и не должна превышать величины, указанной в табл. 22. Правильность работы обтюратора также проверяется пропуском контрольного фильма (рис. 475) — если «тяга» отсутствует, значит, обтюратор установлен правильно;

Таблица 22

Допустимые величины качания кадра на экране

Высота экрана (в *м*)	Допустимое качание (в *мм*)	
	по вертикали	по горизонтали
2,0	6,0	8,0
2,5	7,5	10,0
3,0	9,0	12,0

в) на сохранность пленки аппарат проверяется пропуском контрольного кольца длиной 1,6 *м* с вклеенным участком 100% пленки; в проекторах для широкопленочной аппаратуры контрольное кольцо пропускается 100 раз, для узкопленочной аппаратуры — 600 раз; после этого количества пропусков не должны наблюдаться повреждения перфорации и поверхностей кольца;

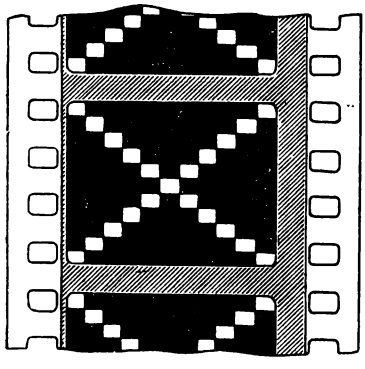


Рис. 474. Кадр контрольного фильма (тест) для проверки устойчивости изображения на экране

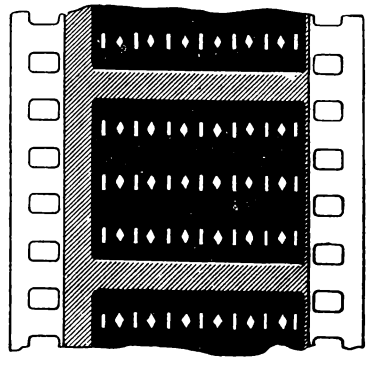


Рис. 475. Кадр контрольного фильма для проверки правильности установки обтюратора

г) на качество звучания проверка производится пропуском контрольного фильма со специальной записью речевых и музыкальных отрывков.

Усилительная аппаратура. По выходе из ремонта усилительная аппаратура подвергается следующей проверке:

а) проверке механической прочности монтажа усилителя — усилитель, установленный на столе, несколько раз

приподнять (с каждой стороны) на высоту 10—15 *см* и резко опустить; после этого крючком проверить пайки на отрыв;

б) проверке электрической прочности схемы — подключить на 10 минут усилитель без электронных ламп к источнику повышенного (на 10%) напряжения;

в) проверке режима работы всех цепей при нормальном для данного типа усилительного устройства напряжении питания показания прибора должны соответствовать установленному режиму и не иметь отклонения больше 4—5%;

г) снятию характеристик усилителя при нормальном для данного типа усилительного устройства режиме питания; на вход усилителя подаются колебания от генератора звуковой частоты или с контрольного фильма, имеющего запись частот от 50 до 8000 герц; характеристика должна совпадать с кривой, установленной заводом для данного типа усилителя;

д) измерению уровня помех — включить фотоэлемент и установить регулятор громкости в положение «максимум»; напряжение помех не должно превышать 0,5 вольта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких операций состоит ремонтный процесс?
2. Какие инструменты применяются для разборки и сборки кинопроектора и каким требованиям они должны отвечать?
3. В какой последовательности производится разборка кинопроектора и какие инструменты применяются при разборке каждого отдельного узла или детали?
4. В какой последовательности производится разборка мальтийской системы?
5. Какова последовательность сборки кинопроектора и какими инструментами нужно пользоваться для каждой отдельной операции?
6. Как проверить правильность сборки деталей фильмопротяжного тракта и произвести подгонку каждой детали?
7. Как проверяется правильность сборки кинопроектора в целом и каким требованиям должен отвечать нормально действующий кинопроектор?
8. Каким испытаниям подвергается проекционная аппаратура после ремонта и как осуществляются эти испытания?
9. Каким испытаниям подвергается усилительная аппаратура, вышедшая из ремонта, и как эти испытания осуществляются?

Глава 51

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Рабочее место

Верстак и тиски. Рабочим местом для ремонта аппаратуры и оборудования является верстак.

Слесарный верстак должен быть устойчивым (неустойчивость верстака отрицательно сказывается на качестве работы). Верстак устанавливается поближе к свету.

Для закрепления обрабатываемого материала на верстаке устанавливаются параллельные тиски (рис. 476), называемые так потому, что внутренние поверхности их губок при всех положениях параллельны друг к другу.

Тиски изготовляются из хрупкого материала — чугуна, поэтому их необходимо оберегать от сильных и резких ударов.

Состоят тиски из неподвижной и подвижной губок, к каждой губке прикреплены стальные, сменные, закаленные, вставные пластины, которые по мере износа могут заменяться.

Неподвижная губка *1* имеет квадратное отверстие, служащее для правильного направления подвижной губки *2*. Последняя перемещается винтом, закрепленным в гайке *3* неподвижной губки.

Размеры тисков определяются шириной губок: 60, 80, 100, 120, 150 и 200 *мм*.

На рис. 477 изображены параллельные поворотные тиски, отличающиеся от обыкновенных параллельных тисков тем, что при выполнении сложных работ их можно поворачивать под любым углом к работающему.

Тиски устанавливаются так, чтобы локоть работающего, когда он стоит прямо, приходился на уровне губок тисков (рис. 478).

Правила ухода за тисками. Тиски должны быть крепко привинчены к верстаку.

После окончания рабочего дня тиски нужно тщательно вытирать, а их движущиеся части смазать маслом, особо тщательно следя за чистотой ходового винта и гайки, так как резьба скоро изнашивается в случае попадания опилок.

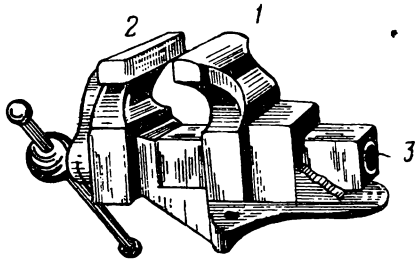


Рис. 476. Тиски параллельные
1—неподвижная губка; *2*—подвижная губка; *3* — гайка неподвижной губки

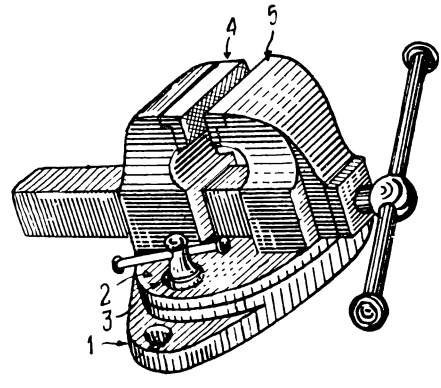


Рис. 477. Тиски параллельные поворотные
1 — основание, крепящееся к верстаку; *2* — основание неподвижной губки; *3* — болт, крепящий тиски в нужном положении; *4*, *5* — стальные губки (пластины)

В тисках нельзя производить правку материала или изделия, требующих сильных ударов молотком.

Кроме параллельных тисков, применяются еще тиски стуловые, или верстачные (рис. 479).

Стуловые тиски изготовляются из стали, поэтому они прочнее параллельных тисков. Губки верстачных тисков, будучи раздвинуты, не

сохраняют параллельности и поэтому не всегда захватывают изделие всей своей плоскостью, вследствие чего изделие закрепляется в стуловых тисках неустойчиво. Будучи сильно сжаты, губки врезаются верхней или нижней своей частью в изделие и портят его поверхность.

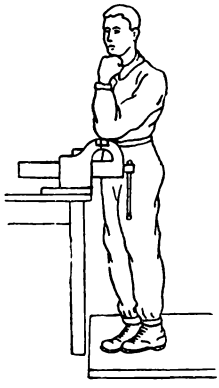


Рис. 478. Высота установки тисков по росту рабочего

Стуловые тиски используются для грубых слесарных работ (рубки и правки материала, клёпки).

Организация рабочего места. Производительность труда в большой мере зависит от правильной организации рабочего места.

На верстаке не должно находиться ничего лишнего. Инструмент для данной работы надо размещать возможно удобнее, чтобы каждая вещь была под рукой; проверочный и измерительный инструмент помещать в место, безопасное от случайных повреждений, т. е. за тисками.

Прежде чем приступить к работе, надо продумать, какой инструмент для этого понадобится. Весь нужный инструмент приготовить и правильно расположить на верстаке. Порядок раскладки инструмента не менять, чтобы легче запомнить его расположение. На верстаке должен находиться только инструмент, необходимый для выполнения данной работы.

Весь инструмент, которым работают правой рукой, размещать справа, а инструмент, который во время работы держат левой рукой, — слева от тисков.

Измерительный и проверочный инструмент должен храниться в специальном ящике — готовальне.

По окончании работ тщательно убрать верстак и весь инструмент уложить в инструментальный ящик, располагая каждый предмет на установленном для него месте.

Напильники нельзя укладывать друг на друга, так как от этого они портятся.

К измерительному и проверочному инструменту надо относиться особо бережно, так как малейшая выбоина или искривление обесценивают его.

Чистота, порядок и правильная организация рабочего места — свидетельство культурности рабочего, его технической грамотности.

Наоборот, грязь и беспорядок на рабочем месте свидетельствуют о том, что работающий в этих условиях—человек некультурный и малоквалифицированный.

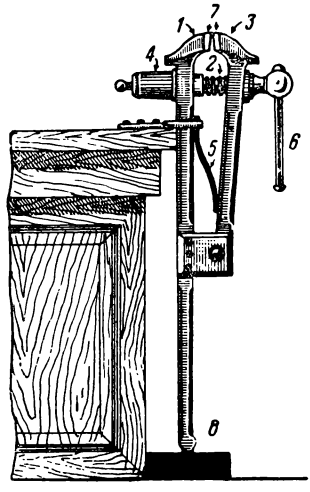


Рис. 479. Тиски стуловые
1 — неподвижная губка; *2* — винт; *3* — подвижная губка; *4* — трубчатая гайка; *5* — пружина; *6* — рукоятка; *7* — стальные губки; *8* — подкладка

Культура труда сейчас исключительно важна и необходима. Передовые рабочие-стахановцы на практике показывают, какое огромное значение в деле повышения производительности труда и качества продукции имеет правильная организация рабочего места.

Рубка

Удар. Корпус работающего при ударе должен быть повернут к тискам под углом 45°, левая нога выставлена на полшага вперед, а ступни развернуты так, чтобы они образовали угол в 60—70°.

Сгибаться при рубке не следует.

Хватка молотка должна производиться так: большим и указательным пальцами крепко обхватить ручку молотка, остальными тремя пальцами обхватить ручку молотка, не сжимая ее сильно.

Молоток для удара заносить так, чтобы кисть правой руки подходила к уху (рис. 480). Когда молоток занесен, пальцы сокращаются, и молоток получает толчок, нацеленный на объект удара. Плечевая кость и молоток должны находиться в одной плоскости.

При соблюдении этих условий правильного удара кисть руки устает гораздо меньше.

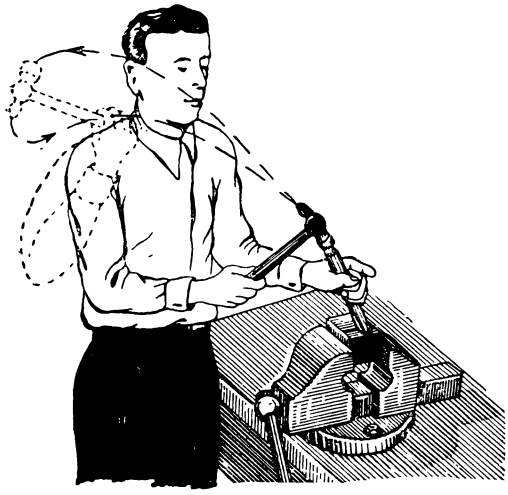


Рис. 480. Стойка при рубке и движение руки с молотком при ударе

В среднем делать 60 ударов в минуту. Смотреть нужно на лезвие зубила. Молоток держать за конец ручки, поднимая немного выше плеча и нанося по зубилу сильные и короткие удары

Рубка зубилом. З у б и л о (рис. 481) изготовляется из углеродистой инструментальной стали. Рабочая часть зубила закаливается. Угол заточки зависит от механических свойств обрабатываемого металла: чем мягче обрабатываемый металл, тем меньшим должен быть угол заострения. Так, у зубила, предназначенного для рубки меди, угол заострения — 45°, для рубки стали — 60—70°.

Во время работы зубило принимает на себя удары молотка. С течением времени головка зубила расплющивается. Этого допускать нельзя, так как нависшие по краям головки куски металла в момент удара молотком по головке зубила могут оторваться от зубила и сильно поранить руку.

Удары по зубилу наносятся широким бойком молотка.

Молотки обычно применяются двух видов: с круглыми бойками *1* и с квадратными *2* (рис. 482).

Изготовляются молотки из стали; бойки их закаливаются. Вес молотков различный: от 0,1 до 0,8 *кг*. Молотки весом 0,1—0,3 *кг* применяются при разметочных и инструментальных работах; молотки весом 0,4 —0,5 *кг* — для рубки, а более тяжелые — для различных ремонтных работ.

Молоток надежно закрепляется на ручке, для чего отверстие, которым он насаживается, делается расширяющимся к обоим выходам. Перед на-

садкой молотка в ручке выпиливается прорез, в который забивается деревянный или железный клин для расклинивания ручки в молотке. Длина ручки должна быть равной расстоянию от локтя до кисти работающего, а сечение ручки — эллиптическим.

Дерево для ручек выбирают из наиболее прочных и упругих древесных пород (рябина, береза, кизил), без сучков и трещин. Поверхность ручки должна быть гладкой и ровной, чтобы неровности не натирали мозолей на руке работающего.

Зубило держат левой рукой так, чтобы обхватить его всей кистью, но сильно не сжимать (см. рис. 481). Чтобы молоток не соскальзывал, необходимо установить зубило по направлению линии рубки и движения молотка.

Во время рубки работающий должен смотреть не на головку, по которой наносятся удары молотка, а на рабочий конец зубила, чтобы видеть, правильно ли снимается стружка; кроме того это способствует попаданию молотком по зубилу.

В процессе рубки зубило должно соприкасаться с обрабатывающим металлом средней частью рабочей кромки, в противном случае оно будет

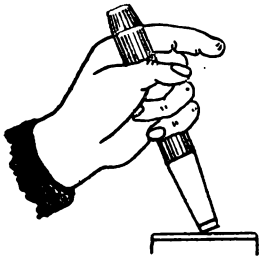


Рис. 481. Зубило слесарное

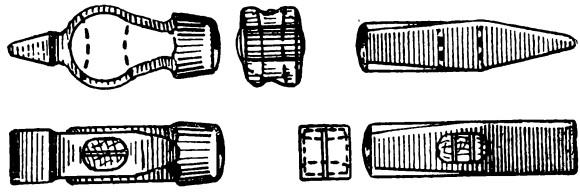


Рис. 482. Типы слесарных молотков

рубить краем рабочей кромки и часто соскальзывать, вследствие чего молотком может быть поранена кисть руки.

Материал должен быть зажат в тисках крепко, однако, крепить следует только вращением рукоятки винта рукой, а не посредством труб или других рычагов.

Техника безопасности при рубке. Рубка производится только хорошо заточенным зубилом. От применения тупого зубила рука быстро устает, теряется правильность удара и возможны несчастные случаи.

Фаски рабочего конца зубила должны быть одинаковой ширины и симметричны к оси зубила, в противном случае зубило уйдет в сторону, и удар молотком попадет по левой руке.

Молоток должен быть надежно закреплен на исправной и без трещин ручке.

Рубка крейцмейселем. В тех случаях, когда нужно прорубить узкую канавку, вместо зубила применяется крейцмейсель, отличающийся от зубила формой рабочей части. Рабочий конец крейцмейселя имеет 5—6 *мм* ширины и суживается к головке, вследствие этого крейцмейсель не зажимается во время работы в прорубаемой канавке. Углы заточки у крейцмейселя такие же, как и у зубила. Крейцмейселем прорубаются шпоночные канавки, канавки для смазки подшипников и т. п. (рис. 483).

Заточка зубила и крейцмейселя. Наждачное быстроходное точило, на котором затачиваются зубило и крейцмейсель, должно иметь оградительный кожух, в противном случае работать на точиле нельзя, так как из-за разрыва камня работающий может подвергнуться серьезной опасности.

Так как во время работы от наждачного круга отрываются мелкие частички, которые могут попасть в глаза, работать у точила полагается в очках.

Зубило укладывается на четыре пальца левой руки и сверху прижимается большим пальцем. Рабочий конец зубила остается свободным на 2—3 *см*; другой конец захватывается кистью правой руки: четыре пальца в обхват снизу, большой палец нажимает сверху.

Прижимается зубило к наждачному кругу не сильно, иначе оно будет нагреваться и потеряет твердость закалки. Во время заточки зубило надо перемещать по всей ширине наждачного круга, в противном случае на круге будут вырабатываться канавки, которые нарушат ровность поверхности, и наждачный круг придется направлять (затачивать зубило или крейцмейсель на круге с неровной поверхностью нельзя).

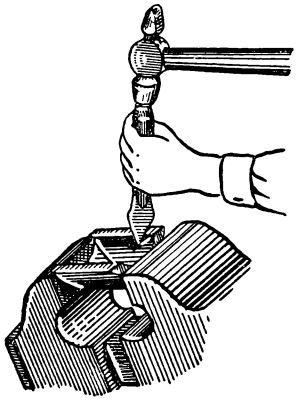


Рис. 483. Прорубание крейцмейселем смазочных канавок в шатунном подшипнике двигателя внутреннего сгорания

Величина угла заострения у зубила и крейцмейселя зависит от металла, который предстоит рубить:

Для чугуна и бронзы	70°
» стали и железа	60°
» латуни и меди	45°
» цинка и алюминия	35°

Получение того или иного угла заострения зависит от наклона зубила и поверхности наждачного круга: чем ниже опущена кисть правой руки по отношению кисти левой руки, тем меньшим будет угол заострения.

Фаски рабочего конца зубила при заточке должны иметь одинаковую ширину, а режущая кромка должна совпадать с осью зубила. Во время заточки зубило надо время от времени охлаждать в воде, чтобы не допускать нагревания больше 100°С.

Разметка

Разметка плоскостная. Прежде чем обрабатывать какую-нибудь деталь, надо наметить на заготовке границы обработки. Нанесение рисок, определяющих эти границы, называется р а з м е т к о й.

Чтобы риски на металле были заметны, поверхность разметочной детали надо соответствующим образом подготовить к разметке. Если материал размечаемой детали не обработан, поверхность ее покрывают тонким слоем разведенного в воде мела с прибавлением небольшого количества столярного клея.

Если поверхность детали обработана и над произвести точную разметку, пользуются раствором медного купороса. До разметки окрашенный материал надо высушить.

При несложной разметке пользуются чертилкой, циркулем, масштабной линейкой, угольником, кернером и молотком.

Ч е р т и л к а (рис. 484) делается из стали, закаливается и остро затачивается. Длина ее обычно 150—200 *мм*.

Чертилкой по линейке или угольнику наносятся на изделия риски; чем острее конец чертилки, тем тоньше риски и, следовательно, точнее разметка.

Циркуль (рис. 485) применяется для черчения окружностей и откладывания расстояний. Разметочный циркуль должен иметь дугу, чтобы острозаточенные ножки его не сбивались с установленного размера.



Рис. 484. Чертилка

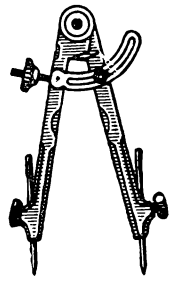


Рис. 485. Циркуль разметочный

Разметочный угольник (рис. 486) делается с утолщенной пяткой, чтобы при черчении вертикальных линий его можно было устанавливать на плите.

Кернер (рис. 487) употребляется для закрепления на изделии нанесенных рисок. При накернивании разметки кернер устанавливается

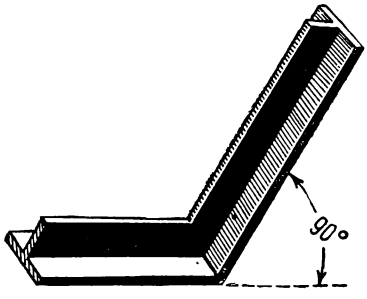


Рис. 486. Разметочный угольник



Рис. 487. Кернер

острием точно на риску перпендикулярно поверхности изделия. Удары молотком наносятся одинаковые и не сильные. Рабочий конец кернера закаливается и затачивается под углом 45—46°.

Молоток для разметки берется не тяжелый, весом 100—200 *г*.

Прежде чем начать разметку, необходимо изучить чертеж и тщательно осмотреть заготовку: проверить, выйдет ли из заготовки изделие, нет ли на материале глубоких раковин, которые помешают получить нужные размеры в изделии, поддается ли материал заготовке и обработке.

Резание металла

Для резания металла применяется ножовка, состоящая из станка и ножовочного полотна.

Ножовочные станки делаются цельными или раздвижными (последние удобнее тем, что в них можно вставлять полотна различной длины).

Ножовочное полотно изготовляется из мягкой стали, цементируется и закаливается (зубья ножовочного полотна хрупкие). Вставлять ножовочное полотно в станок нужно так, чтобы оно резало металл при движении от себя. Полотно должно быть туго натянуто, чтобы не изгибаться при работе.

Хватка ножовки показана на рис. 488.

Резать нужно всей длиной полотна, в противном случае его развод будет стираться в одном месте. Нормальным считается 40—50 резов ножовки в минуту.

Если во время работы полотно оборвется у самого конца, его можно еще использовать: нагреть конец такого полотна до красного цвета и мед-

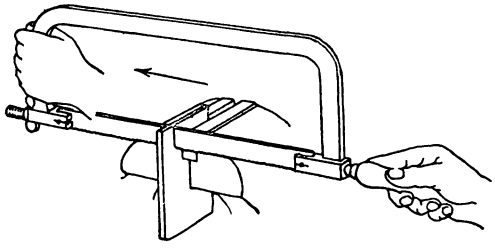


Рис. 488. Резание металла ножовкой

ленно охладить, после чего полотно в месте нагрева станет мягким. Эта операция называется о т ж и г о м.

В отожженном конце полотна можно просверлить отверстие для заправки в станок.

Для разрезания тонкого листового материала применяются к р о в е л ь н ы е н о ж н и ц ы, ручные или стуловые (укрепленные на подставке).

Опиловка

Инструмент, которым производится опиловка, называется н а п и л ь н и к о м (рис. 489).

Слесарные напильники различаются по размерам, глубине насечки, профилю поперечного сечения и бывают размером от 75 до 500 *мм*. Длина напильника определяется по насеченной части.

По глубине насечки напильники (рис. 490) делятся на д р а ч е в ы е и п о л у л и ч н ы е — для глубокой отделки металла; ш л и ф н ы е и б а р х а т н ы е — для точной обработки; из последних наиболее тонкими являются н а д ф и л и — самые маленькие по размерам, применяются для очень тонких работ.

По профилю поперечного сечения напильники бывают плоскими, квадратными, круглыми, трехгранными и полукруглыми (рис. 491).

Напильники и з г о т о в л я ю т с я из инструментальной стали и закаливаются.

Зубцы насечки напильника — хрупкие и легко выламываются, поэтому в обращении с напильником нужно соблюдать следующие правила:

а) не класть один напильник на другой, так как от этого выкрашиваются зубья и напильник будет работать плохо;

б) не проводить напильником по закаленным губкам тисков во избежание выкрашивания зубьев;

в) напильники содержать в чистоте, так как грязь, набившаяся в насечку, сделает ее менее глубокой, и зубья будут снимать меньший слой металла;

г) в инструментальном ящике напильники должны лежать на установленных для них подкладках.

Стойка во время опиловки. Корпус работающего должен быть повернут к тискам под углом 45°; левая нога выставлена на полшага вперед; ступни развернуты так, чтобы образовать угол 60—70°; держаться во время работы надо прямо и не раскачиваться.

Хватка напильника. Ручка напильника упирается торцом в основание большого пальца, который кладется сверху вдоль оси напильника; остальными четырьмя пальцами ручку обхватывают снизу.

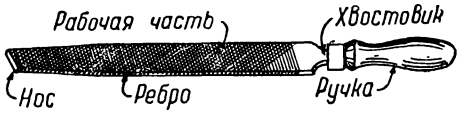


Рис. 489. Напильник слесарный

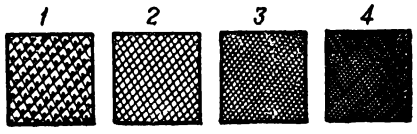


Рис. 490. Виды насечки напильников
1 — драчевая; *2* — полуличная; *3* — личная; *4* — бархатная

Во время опиловки левую руку накладывают на конец напильника так, чтобы основание большого пальца приходилось на правый край поверхности напильника, а основание мизинца — на левый край; пальцы должны быть полусогнуты. В таком положении кисти левой руки обеспе-

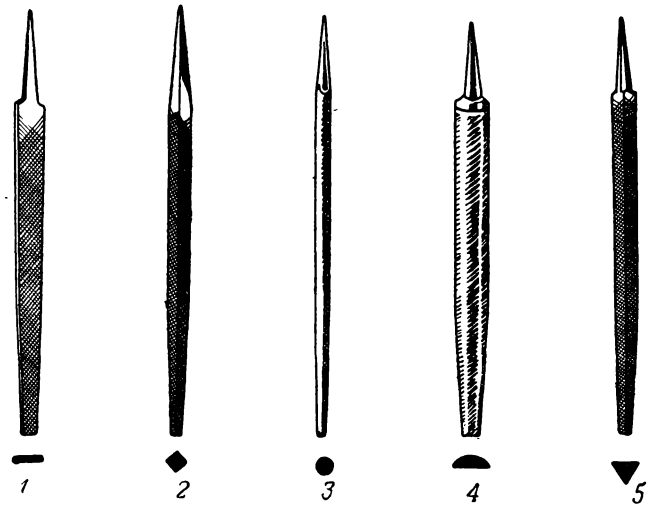


Рис. 491. Профили напильников
1 — плоский напильник; *2* — квадратный; *3* — круглый; *4* — полукруглый; *5* — трехгранный

чивается равномерный (не сильный) нажим, и напильник будет работать равномерно всей своей плоскостью.

Профиль напильника должен соответствовать форме изделия.

Для опиливания поверхности напильник перемещают вперед и слева направо и так проходят всю опиливаемую плоскость, а затем вперед и справа налево.

Мягкие металлы (бронза, алюминий и т. п.) обрабатываются напильниками с крупной насечкой, так как другие напильники очень быстро забиваются («засаливаются») и перестают снимать стружку.

Драчевым напильником снимается слой металла, несколько больший 0,25 *мм*. Если от опиловки требуются точность и гладкость поверхности, изделие дополнительно обрабатывается шлифным напильником, глубина насечки которого меньше, а поэтому его зубья оставляют менее глубокие следы.

Правильность обрабатываемой плоскости поверяется линейкой. Для определения размеров пользуются штангенциркулем.

Опиливая шлифным напильником, надо несильно нажимать на него, иначе в насечку забьются опилки, могущие оставить царапины на поверхности изделия.

Сверление

Сверла бывают перовые и спиральные (рис. 492).

В настоящее время применяются главным образом спиральные сверла, имеющие следующие преимущества:

а) устойчивость в просверливаемом отверстии благодаря одинаковому диаметру по всей длине и в большей мере, чем сверло перовое, правильное направление при работе;

б) по спиральным канавкам хорошо отводятся стружки, поэтому стенки отверстия получаются более гладкими;

в) будучи переточены, сохраняют свой постоянный диаметр.

Заточенное правильно сверло будет хорошо резать, отверстие получится необходимого диаметра и правильным по направлению.

Сверло представляет собой два резца, режущие металл, вращаясь вокруг одной оси. Каждый резец должен иметь задний угол, в противном случае между задней гранью резца и обрабатываемым материалом возникает большое трение, резец сильно нагреется, потеряет твердость и быстро затупится.

Задние углы у резцов сверла (рис. 493) делаются в 10—15°; угол между режущими лезвиями сверла — от 110 до 130° (если материал мягкий, угол между режущими лезвиями сверла делается меньше; если материал твердый —больше).

В процессе заточки сверла надо следить за тем, чтобы вершина, образованная пересечением режущих лезвий, совпадала с осью сверла. Если длина режущих лезвий неодинакова, сверло будет резать металл одной стороной, отверстие получится большего размера, и сверло будет уводить в сторону.

Проверить наклон лезвий сверла можно по шаблону.

Во время заточки нельзя допускать сильного нагревания сверла (при нагревании получится отпуск, и сверло потеряет твердость закалки). Чтобы сверло во время заточки не нагревалось, его надо время от времени охлаждать в воде.

В зависимости от формы хвостовика сверло надежно закрепляется в шпинделе сверлильного станка кулачковым патроном или переходной втулкой так, чтобы совпадали оси шпинделя, сверла и отверстия в изделии.

Неправильно установленное сверло будет «бить», и отверстие получится неправильным. Стол сверлильного станка должен иметь горизонтально правильную плоскость, в противном случае отверстие получится косым.

Если во время работы сверло «пищит», значит, оно затупилось. Нужно остановить станок, вынуть сверло и заточить его.

Изделие, в котором сверлится отверстие, надежно закрепляется, в противном случае, если его вырвет и оно начнет вращаться вместе со сверлом, оно может поранить работающего.

Часто вместо сверлильных станков приходится пользоваться ручными дрелями различной конструкции. Наиболее распространенной является ручная дрель с коническими зубчатками (рис. 494).



Рис. 492. Сверло спиральное

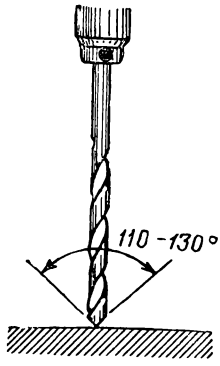


Рис. 493. Угол заточки сверла

Для твердого металла делается больше (для стали 110 — 130°), для мягкого металла — меньше

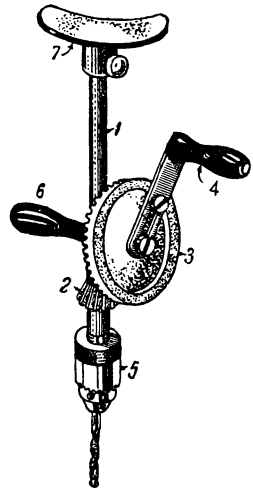


Рис. 494. Дрель ручная:

1 — шпиндель; *2*—малая коническая шестерня; *3* — большая коническая шестерня; *4*—рукоятка; *5* — патрон; *6* — ручка; *7* — упор

На шпинделе *1* закреплена малая коническая шестерня *2*, приводимая во вращательное движение большой конической шестерней *3*, вращаемой посредством рукоятки *4*. На шпинделе насажен патрон *5*, в котором закрепляется сверло. Поддерживается дрель во время работы за ручку *6* и грудью работающего в упор *7*, в котором свободно вращается шпиндель. Сверло подается нажимом грудью работающего на упор *7*.

Раззенковывание и развертывание

Помимо сверления при обработке отверстий применяются раззенковывание и развертывание.

Раззенковывание применяется тогда, когда надо расширить концы отверстия под головки винтов или заклепок, а развертывание, когда требуется получить отверстие с гладкими стенками, более точное по размеру и форме.

Раззенковывание производится зенковками. Для раззенковывания отверстий под потайные заклепки или под винты с коническими головками берут конические зенковки (рис. 495).

Развертки делаются с прямыми и спиральными зубьями. Практически чаще всего применяются развертки с прямыми зубьями (рис. 496), так как их проще изготовлять и затачивать.

Развертки вставляются в вороток; развертывание отверстий диаметром до 8 *мм* обычно производится одной разверткой; отверстия большего диамет-



Рис. 495. Коническая зенковка

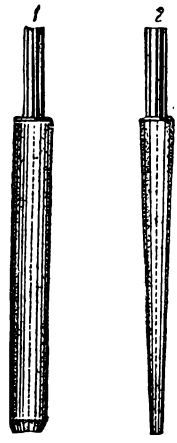


Рис. 496. Развертки
1 — развертка цилиндрическая; *2* — развертка коническая

ра развертываются сначала черновой разверткой, а потом чистовой. Диаметр черновой развертки на 0,1 — 0,2 *мм* меньше чистовой. Работая развертками, надо делать равномерный нажим на ручки воротка, в противном случае отверстие может получиться неточным. При развертывании для получения большей гладкости стенок отверстия применяется смазка. Если

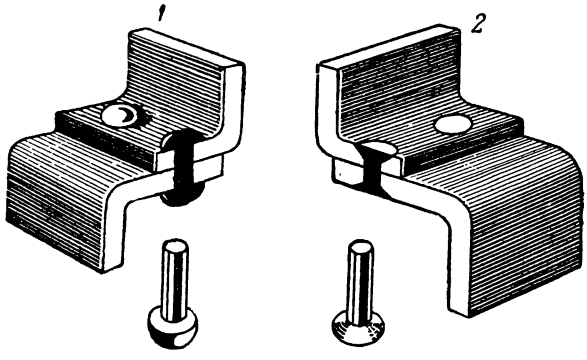


Рис. 497. Склепанные детали
1 — клепка под обжимку; *2* — клепка впотай

отверстие развертывается в стали, смазывают минеральным маслом; в чугуне и бронзе работа ведется всухую.

Для развертывания конусного отверстия применяются конические развертки (рис. 496,*2*), которые обычно изготовляются комплектом — черновая, промежуточная и чистовая. Зубья черновой развертки имеют ступенчатую форму и заднюю заточку (стенки отверстия после черновой развертки также получаются ступенчатыми). Зубья промежуточной развертки имеют выемки для надламывания стружки. Зубья чистовой развертки ровные (чистовая развертка придает стенкам отверстия точность и гладкость).

Клепка

Для создания неразъемного соединения нескольких деталей применяется клепка.

Склепывание производится посредством заклепок (рис. 497).

Изготовленные из мягкой стали заклепки на одном конце имеют утолщение, называемое закладной или природной головкой. Закладные головки у заклепок имеют различную форму: полукруглую, круглую, бочкообразную.

Заклепки вставляются в просверленное отверстие, диаметр которого больше диаметра заклепки на 0,5—0,25 *мм*. Конец стержня заклепки выступает из склепываемых деталей; из конца стержня заклепки делается замыкающая головка.

Во время клепки первые удары молотком наносят по стержню заклепки вертикально. Под действием этих ударов стержень должен раздаться и заполнить отверстие; последующие удары формуют замыкающую головку. Бить молотком надо в края стержня по окружности, крест-накрест. Чтобы придать головке правильную форму, работу заканчивают обжимкой.

Нарезание резьбы

Внутренняя резьба. Нарезка внутренней резьбы в изделии выполняется инструментом, называемым метчиком.

Метчик делается из стали, закаливается с очень небольшим отпуском и потому хрупок, вследствие чего работать с ним нужно осторожно.

Часть метчика, на которой нарезана резьба, называется нарезной, часть, на которой нет резьбы, — хвостом, участок нарезанной части,

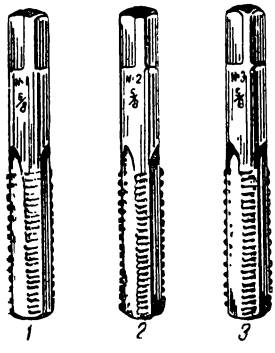


Рис. 498. Комплект метчиков
1 — черновой; *2* — получистовой; *3* — чистовой

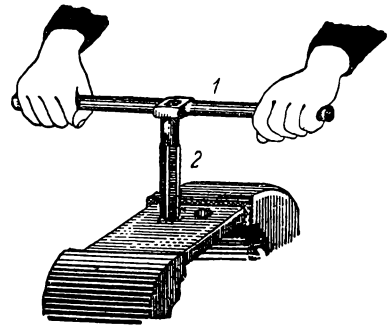


Рис. 499. Нарезание резьбы метчиком
1 — вороток; *2* — метчик

на котором резьба спилена для образования заднего угла, — заборной частью, часть метчика между канавками — пером, на конце хвоста сделан квадрат.

Внутренняя резьба нарезается комплектом метчиков (рис. 498), в который входят три метчика: черновой (*1*), получистовой (*2*) и чистовой (*3*). Черновой метчик выполняет наибольшую работу; получистовой дорезает резьбу, а чистовой резьбу отделывает.

Метчики бывают коническими и цилиндрическими. Первые применяются только для нарезания резьбы в сквозных отверстиях; цилиндрические метчики нарезают резьбу и в сквозных и в глухих отверстиях.

Прежде чем нарезать метчиком резьбу в изделии, просверливается отверстие. Очень большое значение имеет правильный подбор сверла под резьбу: если отверстие большего диаметра, чем надо, резьба получится неполной; если диаметр отверстия меньше необходимого, работа метчика очень затруднится и он во время работы легко может сломаться.

Подбор сверла под резьбу производится по ОСТу, в таблицах которого точно указано, какого диаметра нужно брать сверло под тот или другой диаметр резьбы (табл. 23).

Таблица 23

Диаметр сверл для отверстий под резьбу

Нарезка Витворта		Нарезка метрическая	
наружный диаметр резьбы (в дюймах)	диаметр сверла (в *мм*)	наружный диаметр резьбы (в *мм*)	диаметр сверла (в *мм*)
1/4	5,00	5,00	4,20
5/16	6,50	6,00	5,00
7/8	7,90	8,00	6,70
7/16	9,20	10,00	8,40
1/2	10,50	12,00	10,00
5/8	13,50	14,00	11,70
3/4	16,40	16,00	13,70
7/8	19,25	20,00	17,10
1	22,00	22,00	19,10

Квадрат метчика вставляется в вороток (рис. 499), посредством которого метчик вращается одним оборотом по часовой стрелке и полуоборотом назад против часовой стрелки. Давление на ручки воротка должно быть одинаковым, чтобы не произошло перекоса метчика.

Чтобы резьба получилась более чистой, надо давать смазку: для стальных изделий — вареное или сурепное масло; для железных — мыльную воду; для чугунных и алюминиевых — керосин; для медных — лярдовое масло и скипидар.

Наружная резьба. На болтах резьба нарезается плашками, которые по форме бывают квадратными (рис. 500) и круглыми (рис. 501).

Квадратные плашки, вставляемые в клупп, делают раздвижными для нарезания резьбы не за один проход, а постепенно, за несколько проходов.

За каждый проход плашки срезают стружку толщиной не более 0,25—0,5 *мм*; поэтому сильно сжимать плашки в клуппе не следует. Нажим на ручку клуппа во время нарезания наружной резьбы должен быть равномерным, иначе получится перекос. Сделав один поворот по часовой стрелке, делают четверть или полоборота назад, против часовой стрелки, чтобы надломить стружку. Такой порядок движений облегчает резание, и резьба получается чище. Смазка производится такая же, как и при работе метчиком.

Нарезая резьбу плашкой, надо иметь под рукой гайку, под которую нарезается болт. Когда гайка с легким трением будет навинчиваться на болт, работа заканчивается и резьба считается готовой.

Во время нарезания резьбы плашками материал заготовки немного выдавливается; поэтому диаметр заготовки надо брать меньше теоретического на 0,2 глубины нарезки.

Чтобы получить резьбу хорошего качества, нужно, чтобы приемная часть плашек была заточена.

Для нарезки резьбы применяется также лерка или прогонка (рис. 501), состоящая из стальной пластины, в которой вырезано на-

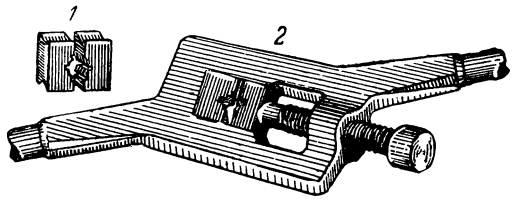


Рис. 500. Раздвижная плашка и клупп
1—раздвижная плашка; *2*—клупп для раздвижной плашки

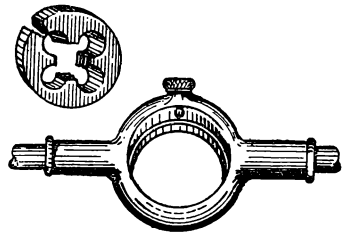


Рис. 501. Круглая плашка (лерка) и клупп для круглой плашки

винтованное отверстие, снабженное прорезами для режущих кромок. Давая более точную нарезку, лерки чаще всего применяются при ремонте кинотехнического оборудования и почти вытеснили плашки, особенно малых диаметров.

Шабровка и притирка

В тех случаях, когда требуемая точность в размерах и ровность поверхности изделия не могут быть достигнуты опиловкой, применяется шабровка. Рабочий инструмент этой операции — шабер (рис. 502).

Шабровкой можно обрабатывать плоские и кривые поверхности.

Плоскости шабрятся плоскими шаберами и проверяются на поверочной металлической плите, которая перед работой должна быть вытерта, после чего на нее наносится тонкий и ровный слой краски. Изделие осторожно укладывают на плиту и дают 2—3 круговых движения, после чего, сняв изделие с плиты, будет видно, что поверхность его в некоторых местах покрыта краской: это окрасились выпуклости, которые снимаются шабером.

С каждым движением вперед шабер необходимо оторвать от поверхности изделия; чтобы не получились заусенцы и уступы, все время менять направление штрихов, длину хода шабера брать в зависимости от величины окрашенных выпуклостей. Сильно нажимать на шабер не следует.

Шабровку нужно производить только острым шабером, затачивая его на наждачном точиле. Рабочее ребро шабера должно быть несколько выпуклым, что дает возможность снимать узкие стружки и устраняет царапание поверхности изделия острыми краями шабера. После заточки шабер правится на оселке.

Пришабривая вогнутые поверхности, например нижний подшипник шатуна двигателя (рис. 503), работают трехгранным шабером. Работа проверяется на валу, смазанном тонким слоем краски, к которому притирается изделие.

Окрашенные выпуклости на поверхности подшипника снимаются трехгранным шабером. На боковых гранях трехгранных шаберов часто делают желобки, чтобы облегчить их заточку.

Для получения высшей точности в размерах и ровности поверхности изделия применяется п р и т и р к а.

Притирка применяется в сопрягаемых между собой деталях путем притирки их непосредственно друг к другу с помощью шлифующих

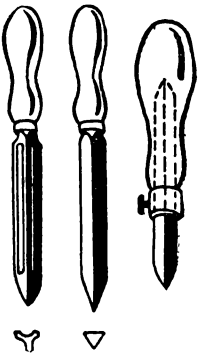


Рис. 502. Трехгранные шаберы

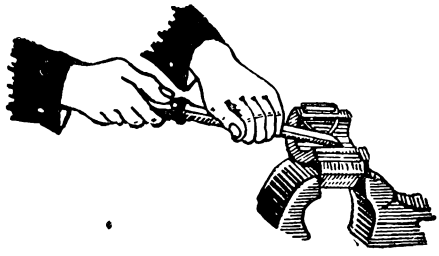


Рис. 503. Шабрение подшипника

материалов; этим способом притираются клапаны к своим седлам.

Такой способ обработки применяется с целью получения непроницаемости газов.

Притирка производится различными шлифующими или абразивными материалами.

Применяемые для притирки материалы (толченое стекло, наждак и др.) должны обладать достаточной твердостью, а отдельные зерна шлифующих порошков должны иметь угловатую форму с острыми ребрами, являющимися как бы режущим инструментом.

Шлифующие порошки, применяемые для притирки, различаются по номерам в зависимости от величины зерен. Чем меньше номер шлифующего порошка, тем крупнее у него зерно.

Паяние

Паяние твердыми припоями. Паяние твердыми припоями применяется для неподвижного соединения деталей.

Поверхности спаиваемых деталей должны быть плотно пригнаны и между ними проложен припой; место спайки нагревается до температуры, при которой припой расплавляется; в результате в месте спайки получается прочное соединение.

Чтобы пайка деталей была прочной, поверхности спаиваемых металлов нужно очистить напильником.

Чтобы не образовалась окалина, препятствующая прочному сцеплению металлов, вместе с припоем кладут буру, которая, расплавившись, растворяет окалину и препятствует доступу кислорода воздуха к поверхности металла.

Для пайки стали в качестве твердого припоя применяется сплав, состоящий из 90% меди и 10% свинца и употребляемый в виде тонких пластин или зерен.

Чтобы во время нагрева спаиваемые детали не расходились, их перевязывают проволокой. Место спайки нагревается паяльной лампой. Как только припой расплавится, изделие выводится из пламени и охлаждается.

Паяние мягкими припоями. Если от соединения пайкой не требуется особой прочности, в качестве припоя применяются сплавы из олова и свинца. ОСТом установлены следующие марки этих припоев: ПОС-33; ПОС-50; ПОС-64 (цифры показывают, сколько процентов олова содержится в припое данной марки).

Пайка мягкими припоями производится медными паяльниками (рис. 504).

Поверхности спаиваемых металлов зачищаются, плотно подгоняются друг к другу и смазываются раствором хлористого цинка (хлористый цинк, или травленая соляная кислота, очищает металл от окиси); как только место спайки подготовлено, берут каплю припоя нагретым паяльником и медленно проводят им по спаиваемому шву; припой затекает в шов и соединяет спаиваемые детали.

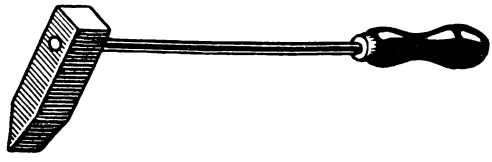


Рис. 504. Паяльник

Соединение пайкой тем прочнее, чем тоньше в шве слой припоя; поэтому спаиваемые детали нужно пригнать возможно плотнее друг к другу.

Припой переносится в место спайки паяльником. Чтобы припой приставал к паяльнику, рабочий конец паяльника покрывается оловом (облуживается). Конец паяльника зачищается напильником, затем паяльник нагревается; нагретый паяльник натирают нашатырем, поверх которого положен кусочек олова; расплавившееся олово облуживает паяльник.

Припой пристает к металлу лишь в том случае, если металл нагрет до температуры расплавленного припоя. Нагревают металл паяльником; перемещать паяльник по шву надо медленно, чтоб место спайки успело прогреться.

Для нагрева паяльник вводится в пламя широким концом (обушком); очень сильно нагревать паяльник не следует, так как полуда обгорит, и припой не пристанет к паяльнику.

Спаиваемые детали во время пайки должны быть неподвижными относительно друг друга, в противном случае прочного соединения не получится.

При окончательной отделке запаиваемого шва удаляется шабером или напильником излишне напаянный припой, затем шов промывается теплой известковой водой для удаления остатков кислоты.

Термическая обработка

Отжиг изделий после механической обработки. В результате механической обработки изменяется не только форма стального изделия, но и происходит некоторое изменение механических свойств самого материала.

Изгибая стальную тонкую пластинку, легко поддающуюся обработке напильником, мы заметим, что пластинка мало упруга — пружинит слабо. Положим пластинку на наковальню и нанесем по ней ряд ударов молотком. Сгибая после этого ту же пластинку, увидим, что она стала более упругой. Попробуем опиливать ее напильником и убедимся, что материал пластинки стал значительно тверже. Явление, которое мы сейчас наблюдали, называется наклепом.

Наклеп получается в тех случаях, когда сталь в холодном состоянии подвергается механическому воздействию.

Внутреннее строение материала пластинки теперь уже не то, каким было до нанесения ударов молотком. Строение наружных и внутренних слоев стало теперь неодинаковым, между ними появились так называемые внутренние напряжения. Если обработанную таким образом деталь закаливать, внутренние напряжения могут вызвать трещины в материале и даже полный разрыв его. Такое же изменение механических свойств металла происходит и при обработке его на станках или напильником.

Для устранения возникших при механической обработке изменений в строении стали применяется термическая операция — отжиг, сущность которой заключается в том, что сталь нагревают до 780—875° (в зависимости от сорта), после чего медленно охлаждают.

Иногда отжиг стали приходится производить и перед ее механической обработкой, так как в результате неправильной ковки и прокатки в поверхностных слоях металла появляется твердость, затрудняющая механическую обработку.

Изделие после нагрева покрывается горячей золой, чтобы оно охлаждалось медленно.

Закалка и отпуск инструмента. Слесарный и монтажный инструмент делается из стали различных сортов и марок. Чтобы этим инструментом можно было работать, материал, из которого он сделан, должен обладать твердостью. Для получения необходимой твердости слесарный инструмент подвергается термической (тепловой) обработке, заключающейся в закалке и в отпуске.

При закалке сталь приобретает высшую твердость. Чтобы сталь закалить, надо нагреть ее до высокой температуры и быстро охладить.

Стальная заготовка для отвертки легко гнется, а при опиловке напильником легко обрабатывается. Нагреем заготовку и быстро охладим ее в воде. Попробуем теперь обработать ее напильником — напильник скользит и совершенно не опиливает металл. Это значит, что после закалки заготовка приобрела бóльшую твердость, она уже не сгибается, а ломается — сталь стала не только твердой, но и хрупкой. Стало быть, в результате закалки сталь приобретает два свойства: твердость и хрупкость.

Чтобы закалка получилась полной, сталь нужно нагревать (в зависимости от сорта) до определенной температуры.

Температура закалки углеродистой инструментальной стали приведена в табл. 24. Определение температуры нагрева по калильным цветам приведено в табл. 25.

Таблица 24

Содержание углерода (в %)	Температура закалки (в ° С)
0,65—0,80	840—700
0,81—0,95	790—765
0,96—1,10	777—755
1,11—1,25	777—750

Таблица 25

Калильные цвета	Температура (в °С)
Начало темнокрасного каления	650
Темнокрасное каление	700
Вишнево-красное	800
Яркокрасное	900
Красно-оранжевое	1 000
Оранжевое	1 100
Желтое	1 200
Белое	1 300

Если из стали сделать отвертку и закалить ее, хрупкость закаленной стали вызовет быстрее выкрашивание рабочего конца отвертки.

Для уменьшения хрупкости, возникающей при закалке стали, применяется вторая операция термической обработки, называемая о т п у с к о м.

Чтобы отпустить закаленную сталь, надо ее еще раз нагреть до температуры от 100 до 400°. Твердость закалки в результате отпуска несколько уменьшится, зато значительно уменьшится и хрупкость ее; чем выше температура нагрева при отпуске, тем в большей мере уменьшается твердость и хрупкость.

Определять температуру нагрева при отпуске очень удобно по так называемым ц в е т а м п о б е ж а л о с т и.

Нагреем докрасна кусок железа и положим его на две пластинки. Обе пластинки становятся соломенного цвета. Снимем одну из пластинок и будем наблюдать за другой: окраска ее будет постепенно меняться, появятся цвета — темножелтый, коричнево-желтый, коричнево-красный, пурпуровый, фиолетовый, синий, васильковый.

Окраска пластинок появилась потому, что пластинки при нагреве покрылись пленкой окиси, цвет которой изменился в зависимости от изменения температуры нагрева.

Различные цвета, сменяющие друг друга при изменении температуры нагрева, называются ц в е т а м и п о б е ж а л о с т и (табл. 26).

Таблица 26

Цвета побежалости	Температура (в °С)
Светложелтый	225
Темножелтый	240
Светлобурый	255
Бурый	265
Пурпурно-красный	275
Фиолетовый	285
Темносиний	295
Светлосиний	310
Серый	325

Попробуем изгибать те же пластинки. Испытание покажет, что пластинка, подвергшаяся отпуску, менее хрупка, чем закаленная и не отпущенная; пластинка с васильковым цветом побежалости менее хрупка, чем пластинка с соломенным цветом побежалости.

Значит, чем выше температура нагрева при отпуске, тем меньшей становится хрупкость.

Закалка и отпуск отвертки производятся обычно за один нагрев. Часть отвертки нагревается до вишнево-красного цвета каления, после чего рабочий конец ее опускается в воду. Происходит закалка опущенной в воду части отвертки. Как только нагретая часть отвертки охладится до потемнения, ее вынимают из воды, зачищают лезвие напильником и наблюдают, когда на лезвии появится побежалость василькового цвета. Появление цветов побежалости произойдет вследствие того, что лезвие вторично нагреется теплотой, оставшейся в неохлажденной части отвертки. При появлении на лезвии побежалости василькового цвета всю отвертку опускают в воду, чтобы предотвратить дальнейший нагрев лезвия.

Закалка и отпуск обрабатываемых изделий. Закалка стальных изделий производится с соблюдением следующих правил:

а) Температура нагрева изделий берется в зависимости от сорта материала. Нагревание до температуры, выше соответствующей данному сорту стали, вызывает ухудшение ее механических свойств: сталь становится крупнозернистой и хрупкой. Нагревают изделие постепенно: как только оно будет доведено до соответствующей температуры нагрева, изделие некоторое время выдерживают при этой температуре, чтобы оно прогрелось насквозь.

б) Чтобы избежать коробления, в каждом отдельном случае нужно выбирать такое направление погружения изделия в ванну, при котором коробление не получилось бы. Закалим две стальные пластинки: одну из них опустим в ванну плоскостью, а другую вертикально, торцем вниз. Мы увидим, что пластинка, опущенная в воду широкой плоскостью, значительно больше покоробилась.

Каждый раз надо предварительно обдумать, каким образом опускать изделие в охлаждающую жидкость. Так, например, плоские изделия всегда нужно опускать в воду узким ребром.

В воде изделия надо передвигать, чтобы смывались образующиеся на его поверхности пузырьки пара, которые будут задерживать охлаждение.

Отпуск закаленных изделий можно производить несколькими способами.

Отпуск по цветам побежалости. Для закалки изделие охлаждают полностью, а для отпуска нагревают вторично на раскаленном куске железа. Температуру нагрева для отпуска определяют по цветам побежалости.

Недостаток этого способа: при нагреве на раскаленном металле наружные слои изделия нагреваются быстрее, чем внутренние, поэтому твердость изделия получается неравномерной. Так как нагрев внутренних слоев отстает от нагрева наружных, в середине изделие получит меньший отпуск и будет более хрупким.

Отпуск за счет внутренней теплоты производится за один нагрев с закалкой. При закалке изделие охлаждают так, чтобы внутри его сохранилось достаточно теплоты для последующего нагрева охлажденных наружных слоев. Как только на наружных слоях появится нужный цвет побежалости, изделие опускают в охлажденную жидкость вторично. При этом способе отпуска твердость стали получается равномерной по всему поперечному сечению.

Отпуск в ваннах. Отпуск можно производить также в специальных ваннах: масляных, соляных, свинцовых и др. Способ этот дает очень хорошие результаты, так как изделие прогревается равномерно и до необходимой температуры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроены тиски, каково их назначение, как они устанавливаются на верстаке?
2. Как правильно организовать рабочее место?
3. Как производятся заточка зубила, насадка молотка и рубка зубилом?
4. Что такое крейцмейсель, каково его назначение, как он затачивается и в каких случаях применяется?
5. Как производится разметка металлической заготовки и какие при этом применяются инструменты?

6. Как устроена ножовка и как производится работа ею?

7. Как различаются напильники по глубине насечки и по профилям поперечного сечения? При каких видах работ применяются те или иные напильники?

8. Какие правила должны соблюдаться в обращении с напильниками?

9. Как устроено и затачивается спиральное сверло? Как производится сверление?

10. Как устроены зенковки, развертки со спиральными и прямыми зубьями, область их применения и техника пользования?

11. В каких случаях применяется клепка и как она производится?

12. Какие инструменты применяются для нарезания внутренней резьбы, их устройство и способы использования?

13. Какие инструменты применяются для нарезания наружной резьбы, как они устроены и как производится нарезка?

14. В каких случаях применяется шабровка, какими инструментами она выполняется, какова техника обработки поверхностей шабрением?

15. Как и в каких случаях производится пайка твердыми припоями?

16. Как производится пайка мягкими припоями?

17. Что такое отжиг, закалка и отпуск и в каких случаях они применяются?

Глава 52

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Метр. Масштабная линейка

Единицей метрической системы мер, принятой в СССР и в большинстве стран, является м е т р.

В производственной практике образцом метра является стальная линейка с нанесенными на ней делениями, разделенная на 100 *см* и 1000 *мм*. Часто пользуются складной линейкой, называемой с к л а д н ы м м е т р о м (рис. 505).

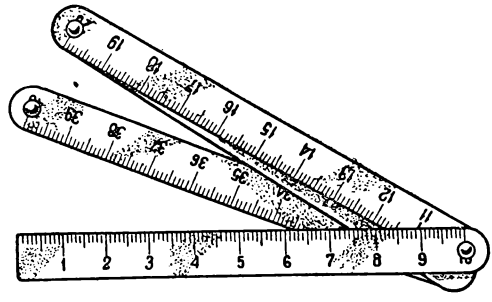


Рис. 505. Складной метр

Отрезки короче одного метра измеряются м а с ш т а б н ы м и л и н е й к а м и, разделенными на сантиметры и миллиметры. Первые несколько миллиметров имеют обычно полумиллиметровые деления (рис. 506).

С оборотной стороны линейки иногда наносят деления в дюймах (дюйм равен 25,4 *мм*).

Линейкой нельзя производить точных измерений, так как она не всегда плотно прилегает к измеряемому изделию, и глазомерная ошибка может составить несколько десятых долей миллиметра. Принято считать, что линейкой можно производить измерения с точностью $\pm 0{,}5$ *мм*, т. е. с ошибкой в 0,5 *мм* в большую или меньшую сторону.

Линейка — самый простой измерительный инструмент, применяемый при всех не очень точных измерениях. Для измерения с точностью до



Рис. 506. Масштабная линейка

десятых, сотых и тысячных долей миллиметра применяются более сложные измерительные инструменты.

Штангенциркуль

Штангенциркуль служит для измерения внешних и внутренних размеров деталей, например, для измерения диаметра вала или оси, глубины и диаметра отверстия и т. п. По точности производимых измерений штангенциркули подразделяются на обыкновенные, дающие точность измерения до 0,1 *мм*, и более точные, дающие точность измерения до 0,01—0,02 *мм*.

На рис. 507 изображен обыкновенный штангенциркуль. Он состоит из линейки *1*, наглухо сидящей на ней ножки *2* и подвижной ножки *3*. Подвижная ножка обхватывает утолщенной своей частью линейку, по которой она перемещается и закрепляется в установленном положении винтом *4*. Утолщенная часть подвижной ножки имеет с одной стороны прорезанное окно и нанесенную шкалу на скошенной его грани. Эта шкала называется н о н и у с о м и имеет 10 штрихов с делениями между ними в 0,9 *мм*. Крайний слева штрих нониуса называется его нулевым делением. На линейке нанесены деления в 1 *мм*. Крайний слева штрих линейки, называемый также нулевым делением, должен точно совпадать с нулевым делением нониуса при сдвинутых вплотную, без просвета губках ножек *2* и *3*. Отсчет размеров, имеющих целые числа миллиметров, делается по нулевому штриху нониуса, а дробные (в 0,1 *мм*) числа — по любому его штриху, точно совпадающему с каким-либо штрихом шкалы линейки.

Для уяснения техники отсчета размеров по нониусу разберем представленные на рис. 508 положения шкалы линейки и нониуса обыкновенного штангенциркуля. Положение *I*, на котором показано совпадение нулевых

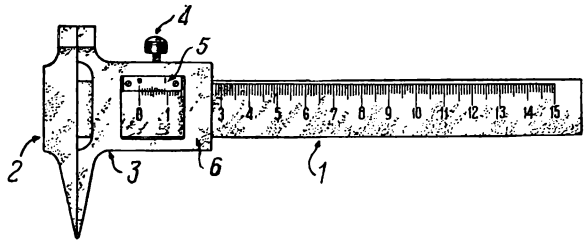


Рис. 507. Штангенциркуль
1 — масштабная линейка;
2 — неподвижная губка;
3 — подвижная губка;
4 — стопорный винт;
5 — нониус; 6 — рамка-движок

штрихов линейки и нониуса, соответствует положению плотно сдвинутых одна к другой ножек штангенциркуля.

На положении *II* показано, что нулевое положение нониуса совпадает не с нулевым, а с 12-м делением шкалы линейки: это указывает, что взятый между губками размер равен 12 *мм*.

Из этого можно заключить, что для того, чтобы взять между губками требуемый размер, допустим в 35 *мм*, необходимо ножки с нониусом передвигать до тех пор, пока его нулевое деление точно не совпадет с 35-м делением линейки.

В положении *III* видно, что нулевое деление нониуса находится между 20 и 21-м делением линейки. Это указывает, что взятый размер больше 20 *мм*, но меньше 21 *мм*, т. е. размер взят с дробным числом миллиметра. Для

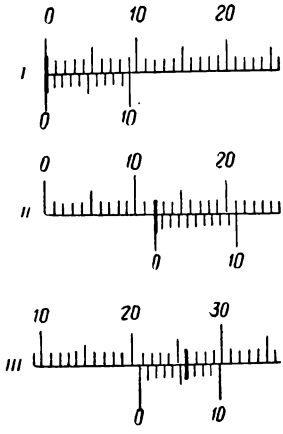


Рис. 508. Отсчет размера по нониусу штангенциркуля

I — совпадение нулевых штрихов линейки и нониуса соответствует плотно сдвинутым ножкам штангенциркуля; *II* — нулевое деление нониуса совпадает с 12-м делением шкалы линейки и соответствует размеру, взятому между губками (12-мм); *III* — нулевое деление нониуса находится между 20-м и 21-м делениями линейки, с одним из делений линейки точно совпадает 6-е деление нониуса, взятый размер соответствует 20 + 0,6 = 20,6 *мм*

того, чтобы его правильно отсчитать, необходимо к 20 *мм* прибавить столько десятых миллиметра, сколько показывает цифра того деления нониуса, которое точно совпадает с каким-либо делением шкалы линейки. В данном

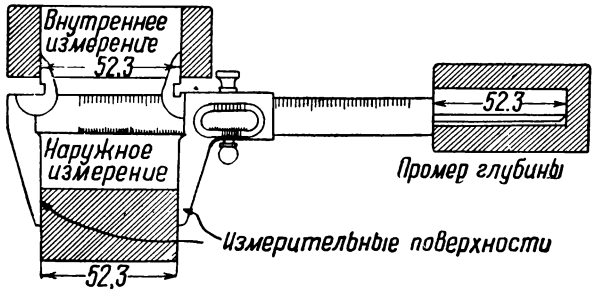


Рис. 509. Штангенциркуль «Колумбус» для наружных измерений, внутренних и промера глубины

случае с одним из делений линейки точно совпадает 6-е деление нониуса. Следовательно, взятый размер будет: 20 *мм* + 0,6 *мм* = 20,6 *мм*. Таким образом с помощью нониуса отсчитывается размер с точностью до 0,1 *мм*.

На рис. 509 показаны измерения наружные, внутренние и промер глубины штангенциркулем «Колумбус».

Измерения штангенциркулем нужно делать так, чтобы деталь слегка зажималась губками. При очень слабом зажиме показание штангенциркуля будет больше действительного размера, а при сильном (из-за некоторого перекоса губок) — меньше действительного размера.

Микрометр

Микрометр применяется для точного измерения длины, толщины и диаметра изделий. Микрометр состоит из стальной скобы *1* (рис. 510), на одном конце которой укреплен стальной каленый штифт (пятка) *2*, а на другом — втулка *3*, имеющая внутри резьбу с шагом 0,5 *мм*. Во втулке *3* вращается шпиндель с шагом резьбы 0,5 *мм*, соединенной одним концом с барабаном *4*, а с другой стороны оканчивающейся небольшой шлифованной плоскостью. Шпиндель имеет приспособление для вращения — «трещотку» *5* и зажимное кольцо *6*. На вращающемся барабане нанесено 50 делений — от 0 до 50. На втулке *3* также нанесены деления по обе стороны от горизонтальной черты. Когда обе плоскости шпинделя *7* и штифта *2* сходятся вплотную, край барабана совпадает с вертикальной чертой *0* на втулке, а горизонтальная черта *0* на барабане — с горизонтальной чертой на втулке.

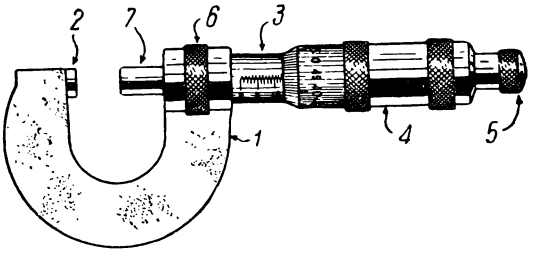


Рис. 510. Микрометр

1 — скоба; *2* — пятка; *3* — втулка, на которую нанесен линейный масштаб с точностью до 0,5 *мм*; *4* — барабан с нониусной шкалой; *5* — трещотка (регулятор давления); *6* — зажимное кольцо; *7* — шпиндель

Если повернуть барабан на один оборот влево, плоскости отойдут друг от друга на 0,5 *мм*, так как шаг винта равен 0,5 *мм*. Горизонтальная черта *0* барабана опять совпадает с горизонтальной чертой втулки, но край барабана откроет первую верхнюю черту, расположенную на расстоянии 0,5 *мм* от черты *0* на втулке. Появление из-под края барабана нижних черточек означает переход отсчета через целые миллиметры, а верхних черточек — переход через полумиллиметры сверх миллиметров, отмеченных нижними черточками. Так как на барабане 50 делений, измерительные плоскости при повороте на одно деление отойдут друг от друга на 1/50 доли полумиллиметра, т. е. на 0,01 *мм*. Таким образом номер черточки барабана, совпадающий с горизонтальной чертой втулки, показывает число сотых долей миллиметра сверх миллиметров и полумиллиметров, отмеченных вертикальными черточками на втулке.

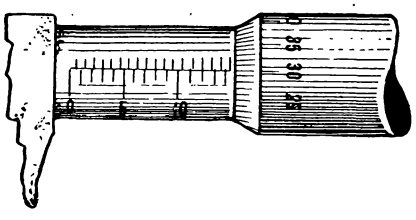


Рис. 511. Пример отсчета по микрометру

На рис. 511 показано положение барабана, соответствующее размеру 14,80 *мм*. Если измерительные плоскости касаются детали, сильно вращать барабан не следует, так как при сильном нажиме дуга микрометра может прогнуться, что даст ошибку в измерении на 0,02—0,03 *мм*.

У микрометра имеется специальное приспособление для вращения — «трещотка» *5*, которая, с определенной силой нажимая на измеряемый предмет, перестает вращать барабан.

Приобретя достаточный навык и пользуясь доброкачественным микрометром, можно добиться измерений с точностью до 0,03 *мм*.

Наиболее употребителен микрометр со шкалой измерений от 0 до 25 *мм*.

Правильность показаний микрометра проверяется вращением барабана трещоткой до тех пор, пока обе измерительные плоскости сойдутся: край барабана должен совпасть с вертикальной чертой *0* на втулке, а черта *0* барабана — с горизонтальной чертой на втулке. Если совпадения нет, специальным ключом производится настройка микрометра.

Во время настройки нужно заметить, на сколько делений не совпадает горизонтальная черта втулки с чертой *0* барабана, затем отвернуть барабан на несколько оборотов, вставить ключ в обнажившееся отверстие втулки, повернуть барабан на нужную величину и снова проверить «нуль», вращая барабан до соприкосновения обеих измерительных плоскостей. Если нулевая черта не совпадает с горизонтальной чертой барабана, настройку продолжают до тех пор, пока не будет достигнуто совпадение.

В случае тугого хода микрометра барабан нужно вывернуть и ключом чуть-чуть отвернуть зажимную гайку на внутренней части втулки. При слишком легком ходе, наоборот, — подвернуть зажимную гайку.

Индикатор

Индикатор применяется для проверки размеров деталей кинопроекционной аппаратуры (барабанов, мальтийских крестов, шестерен и других точных деталей), а также для проверки некоторых деталей двигателя.

Индикатор — прибор для измерений с точностью до 0,01 *мм* (рис. 512).

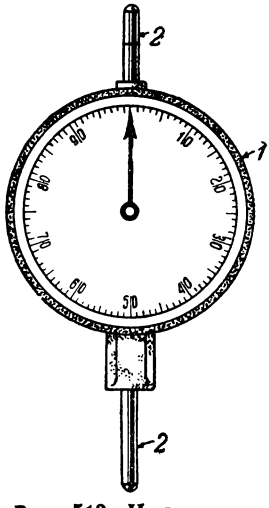


Рис. 512. Индикатор
1 — кожух; *2* — подвижной стержень (ножка)

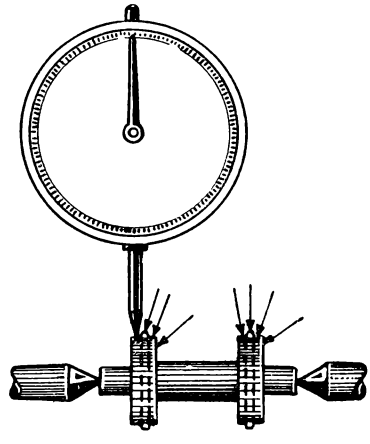


Рис. 513. Проверка индикатором скачкового барабана

Он состоит из кожуха *1*, в котором находится система рычагов, связанная со стрелкой и подвижным стержнем *2*. На круглой шкале индикатора имеется сто делений. Стрелка при подъеме стержня точно на 1 *мм* переходит от *0* снова к *0* и делает таким образом полный круг; следовательно, каждое деление шкалы соответствует 0,01 *мм*.

Чтобы измерить диаметральное и осевое биение,барабан надевается на ось или соответствующую оправку, концы которой располагаются в центрах; к измеряемой поверхности подводится ножка индикатора, установленного на соответствующей подставке (рис. 513).

Биения измеряются при медленном вращении барабана от руки; о величине биения барабана судят по величине отклонения стрелки индикатора при установке ножки в разных точках окружности.

На рис. 513 стрелками показаны поверхности барабана, проверяемые индикатором.

Щуп

Щуп (рис. 514) применяется для измерения зазоров между деталями механизмов и состоит из набора стальных пластинок разной толщины, вращающихся вокруг одной оси и скрепленных общей обоймой. Толщина пластинок в миллиметрах обозначается вытравленной на них цифрой.

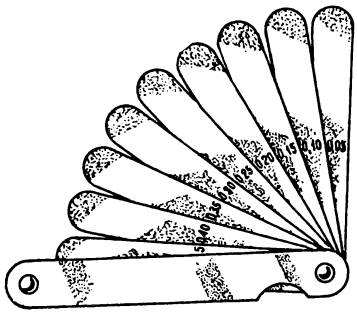


Рис. 514. Щуп

Группируя пластинки по две, по три штуки, можно получить промежуточные размеры; так, например, взяв пластинки 0,05 и 1 *мм*, можно получить толщину 1,05 *мм*.

Щупы применяются для точной установки зазоров между толкателями и стержнями клапанов двигателя внутреннего сгорания, между электродами свечи, между контактами прерывателя магнето и т. п.

Хранение мерительного инструмента

Для сохранения мерительного инструмента в исправном состоянии и обеспечения точности показателей необходимо:

1. После окончания работы инструмент проверить и протереть мягкой чистой тряпкой.
2. Смазать нерабочие части чистым техническим вазелином, а рабочие — костяным маслом.
3. Хранить инструмент в футлярах или соответствующих гнездах в обособленном месте.
4. Предохранять инструмент от влаги и воздействия тепла.
5. Предохранять инструмент от магнитных влияний, способствующих осаждению металлической пыли на поверхности инструмента.
6. Ремонтировать инструмент только в специальных мастерских.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроен штангенциркуль, в каких случаях он применяется и как читается показатель величины измеряемого предмета?
2. Как устроен микрометр, как читается показатель величины измеряемого предмета и в каких случаях он применяется?
3. Как устроен индикатор, в каких случаях он применяется и как читается его показание?
4. Каковы назначение и устройство щупа?
5. Какие правила должны быть соблюдены при хранении мерительного инструмента?

Глава 53

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Детали кинопроекционной аппаратуры и двигателей электрических станций изготовляются на заводах согласно техническим условиям и по чертежам, определяющим материал, размеры, допуски, качество обработки и т. п.

В чертежах приняты условные обозначения различных видов обработки поверхностей изделий (рис. 515).

Все детали проверяются техническим контролером завода посредством точных приборов; детали, содержащие отступления от технических условий и утвержденных чертежей, отбраковываются.

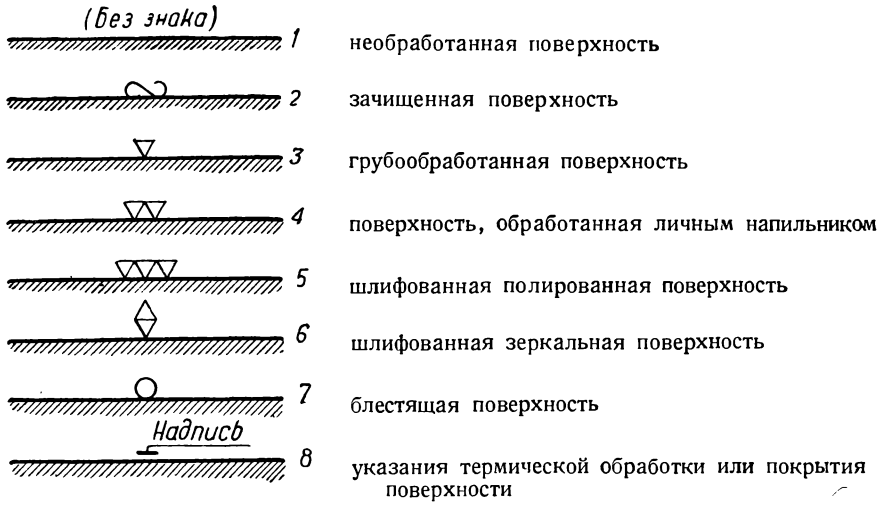


Рис. 515. Условные обозначения качеств обработки и видов поверхностей изделий

Принимая запасные части аппаратуры и двигателя, обращается внимание на следующие моменты.

Все лакированные детали должны иметь ровное прочное покрытие без подтеков, наплывов и «лысых» мест. При протирке лакированных деталей тряпкой, смоченной в керосине, лакировка не должна сходить.

Никелированные или хромированные поверхности не должны иметь пятен, просветов и других изъянов.

Острые углы деталей должны быть слегка притуплены и не иметь заусенцев.

Поверхности деталей, соприкасающиеся с фильмом, должны быть отделаны особо тщательно и не иметь следов обработки, видимых невооруженным глазом.

На каждой детали (если позволяют размеры поверхности) должно стоять клеймо предприятия, изготовившего эту деталь, нанесенное давлением, гравированием или травлением. Клеймо должно быть нанесено без ущерба для эксплоатационных качеств детали и ни в коем случае не помещаться на поверхностях, соприкасающихся с фильмом.

Проверка кинобарабанов

В процессе проверки кинобарабанов главное внимание обращается на:

а) диаметральное и осевое биение поверхностей;

б) опережение или отставание зубьев одного венца относительно другого;

в) точность шага зубьев барабана;

г) расстояние между осями зубчатых венцов;

д) точность посадочного отверстия;

е) симметричность бортов барабанов;

ж) чистоту обработки рабочих поверхностей.

Рабочие поверхности (борта и зубьев) должны быть обработаны чисто и не иметь следов обработки, видимых невооруженным глазом; обработка прочих поверхностей должна быть чистой и ровной.

Проверка эксцентриков

В процессе проверки эксцентриков основное внимание обращать на:

а) диаметральное и осевое биение поверхностей;

б) правильность расположения гнезда для пальца;

в) правильность выполнения диаметра отверстия для пальца;

г) прочность крепления на валу диска с шайбой;

д) чистоту обработки поверхностей.

Для проверки прочности закрепления диска эксцентрика на его валу вал эксцентрика зажимают в тиски между медными, текстолитовыми или другими прокладками, предохраняющими эксцентрик от порчи. В таком положении пробуют поворачивать от руки диск вместе с шайбой на валу в ту или другую сторону; если качание диска на валу не ощущается, посадку можно считать удовлетворительной.

Поверхность шайбы должна быть хорошо отшлифована и не иметь следов обработки, видимых невооруженным глазом. Обработка прочих поверхностей допускается с мало заметными следами обработки.

Проверка мальтийского креста

Главное внимание в процессе проверки мальтийского креста обращается на:

а) перпендикулярность лопастей и шлицов и на одинаковость ширины шлицов;

б) одинаковость радиусов кривизны лопастей;

в) прочность посадки головки креста на валу;

г) чистоту обработки.

Основное условие правильной работы мальтийского креста в сопряжении его с эксцентриком — взаимная перпендикулярность лопастей и одинаковость ширины шлицов.

Один из основных признаков неперпендикулярности лопастей креста — неодинаковая толщина концов лопастей на выходе у шлица (перьев); разница толщин перьев не должна превышать 0,025 *мм*.

Прочность крепления головки креста на валу проверяется так же, как эксцентрика.

Проверка звукового барабана

В процессе проверки звукового барабана главное внимание необходимо обращать на:

а) диаметральное биение наружной поверхности;

б) качество обработки поверхности;

в) точность выполнения посадочного отверстия.

Допуск на диаметральное биение звукового барабана — 0,02 *мм*. Поверхность должна быть обработана чисто, без вмятин, забоин и тому подобных дефектов, но не полирована, так как это может повлечь скольжение фильма во время работы звукового блока. Торцовая поверхность барабана также должна быть обработана ровно и чисто, а торцовая выемка в барабане ровно и прочно окрашена в черный матовый цвет.

Проверка фрикционного ролика

В процессе проверки фрикционного ролика главное внимание должно быть обращено на:

а) диаметральное и осевое биение поверхностей, соприкасающихся с фильмом;

б) качество обработки этих поверхностей;

в) точность выполнения посадочного отверстия.

Подвижная часть ролика должна легко перемещаться вдоль оси, без защемлений и заеданий, но не болтаться. Пружина, упирающаяся в подвижную часть ролика, должна допускать регулировку давления в пределах от 5 до 20 *г*.

Рабочие поверхности роликов должны быть обработаны чисто и ровно, с малозаметными следами обработки, но не полированы, так как это вызовет вредное скольжение фильма. Особое внимание обратить на поверхности ролика со стороны соприкасания их с фильмом: никакие забоины, заусенцы и раковины в этих местах не допускаются.

Гайка ролика должна свободно навинчиваться от руки на нарезанную часть.

Проверка роликов

В процессе проверки роликов необходимо обращать внимание на:

а) чистоту обработки рабочих поверхностей;

б) диаметральное биение;

в) правильность размеров канавки для зуба и ее положение на ширине ролика.

Все острые углы должны быть слегка закруглены; это особенно относится к поверхностям, соприкасающимся с фильмом. Рабочие поверхности роликов должны быть хорошо отшлифованы и полированы.

Проверка осей и валов

В процессе проверки осей и валов обращать особое внимание на:

а) чистоту обработки;

б) диаметральное биение;

в) точность выполнения размеров по диаметрам посадочных мест.

Поверхности осей и валов (особенно на участках, которые при эксплоатации располагаются во втулках) должны быть обработаны чисто и не иметь видимых следов обработки. Оси, имеющие волнистую шлифовку, особенно, когда волна идет по винтовой линии, должны браковаться, так как наличие такой волны способствует вытеканию масла из втулок.

Проверка полозков

Главное внимание в процессе проверки полозков должно быть обращено на:

а) чистоту обработки поверхностей, соприкасающихся с фильмом; не допускаются видимые невооруженным глазом следы обработки и заусенцы;

б) прямизну рабочих поверхностей.

Прочие поверхности полозков должны быть обработаны ровно, с малозаметными следами обработки и не иметь заусенцев; все острые углы должны быть слегка притуплены и не ощущаться наощупь.

Прямизна рабочих поверхностей проверяется прикладыванием линейки; зазор между линейкой и рабочей поверхностью полозка не должен превышать на отдельных участках 0,20—0,25 *мм*.

При проверках линейных величин штангенциркулем или микрометром обращать особое внимание на одинаковость ширины полозка на всем его протяжении; разницу в ширине на противоположных концах можно допустить до 0,2 *мм*.

Проверка кадровой рамки

В процессе проверки кадровой рамки главное внимание обращать на:

а) чистоту обработки поверхностей, соприкасающихся с фильмом; не допускаются видимые невооруженным глазом следы обработки и заусенцы;

б) прямизну рабочих поверхностей;

в) точность выполнения и расположения проекционного окна;

г) отсутствие режущих кромок и заусенцев.

Поверхности должны быть оксидированы или воронены в черный цвет; все острые углы слегка притуплены и не ощущаться наощупь.

Прямизна рабочих поверхностей проверяется прикладыванием линейки; зазор между контрольной линейкой и рабочей поверхностью рамки не должен превышать 0,2 *мм* в любой точке поверхности.

Штифты кадровой рамки должны быть установлены перпендикулярно плоскости и прочно приклепаны заподлицо к поверхности; никаких колебаний при легком качании от руки не должно быть.

При проверке линейных величин главное внимание обратить на одинаковость ширины рамки на всем протяжении (размер 35 *мм*) и на размеры проекционного окна согласно ГОСТ 2944-45.

Размеры кадрового окна проверяются во время ремонта штангенциркулем.

Проверка шестерен

В процессе проверки шестерен основное внимание должно быть обращено на:

а) осевое биение;

б) диаметральное биение;

в) обработку и состояние поверхностей зубьев;
г) профиль зуба;
д) положение и размеры посадочного отверстия.

Шестерни с поврежденными зубьями применять нельзя. Зубья текстолитовых шестерен не должны иметь свисающих по краям волокон; поверхности зубьев должны быть обработаны чисто и ровно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким основным требованиям должны отвечать запасные части кинопроекционной аппаратуры?
2. На что обращается главное внимание во время проверки качества зубчатых барабанов?
3. Что и как проверяется при определении качества эксцентриков?
4. Что и как проверяется при определении качества мальтийского креста?
5. Как проверяется качество звукового барабана и каким требованиям он должен удовлетворять?
6. Как определяется качество фрикционного ролика?
7. Каким требованиям должны отвечать ролики оси и валы и как проверяется соответствие этих деталей?
8. Какие требования предъявляются к качеству полозков и к кадровой рамке и как проверяется соответствие этих деталей?
9. Каким условиям должны удовлетворять шестерни проектора?

ЧАСТЬ X

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Глава 54

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА

Противопожарной профилактикой называется комплекс мероприятий, направленных к предупреждению возможности возникновения пожара.

Однако, какие бы меры противопожарной профилактики ни проводились, как бы строго ни выполнялись правила и нормы пожарной безопасности и указания органов пожарного надзора, всегда во время проведения киносеанса приходится считаться с возможностью возникновения пожара.

Поэтому, подготовляя сеанс, необходимо провести не только противопожарную профилактику, но и предусмотреть такие условия и обстановку, при наличии которых возникший пожар не мог бы распространиться на не затронутые огнем части помещения, т. е. предусмотреть мероприятия по локализации пожара.

Следующей задачей является обеспечение всех средств и условий (водоснабжение, пожарное оборудование и инвентарь), необходимых для наиболее быстрой ликвидации возникшего пожара, прежде чем он успеет разрастись до крупных размеров.

Во время работы с кинопередвижкой главным источником пожарной опасности является кинофильм на воспламеняющейся целлулоидной основе и горючее (бензин, керосин), применяемое для приведения в движение двигателя внутреннего сгорания передвижной электростанции.

Пожарная опасность целлулоидного фильма в его чрезвычайно легкой воспламеняемости: температура возгорания целлулоидной пленки колеблется в пределах от 170 до 180°С, в зависимости от влажности. Таким образом теплота, излучаемая лампой накаливания кинопроектора, а тем более открытый огонь представляют собой безусловную пожарную опасность.

Прикоснувшись к открытому пламени или раскаленному предмету, пленка мгновенно воспламеняется и чрезвычайно быстро сгорает. Вследствие очень большой быстроты и интенсивности горения температура пламени сильно возрастает, повышая давление газообразных продуктов горения; в результате горения большого количества кинопленки окна, двери и перекрытия выдавливаются наружу, а стены помещений, в которых сгорает значительное количество целлулоидной пленки, разрушаются.

В процессе горения целлулоидной пленки выделяются газы, состоящие из окиси углерода (угарный газ), окислов азота и синильной кислоты. Эти газы в смеси с воздухом образуют взрывчатую смесь; кроме того, они (в особенности синильная кислота) чрезвычайно ядовиты.

Ввиду исключительной опасности горения целлулоида необходимо принять самые решительные и немедленные меры к прекращению горения в зародыше и воспрепятствовать распространению пожара.

Потушить загоревшийся фильм очень трудно, так как обычные средства тушения — вода, песок, пена и т. п. — бессильны потушить загоревшийся целлулоид.

Успевший разгореться кинофильм на целлулоидной основе в рулоне потушить невозможно.

Погружение в воду, засыпка песком, покрытие плотным покрывалом не в состоянии прекратить горение фильма. Во всех этих случаях фильм продолжает гореть без пламени, но горение будет сопровождаться обильным выделением ядовитых газов до тех пор, пока не сгорит весь рулон.

Опасность воспламенения фильма в проекторе

Во время демонстрирования фильм всегда облучается мощным концентрированным источником тепловых лучей — проекционной лампой. Фильм не загорается в проекционном окне лишь потому, что находится в постоянном движении; непосредственное воздействие источника тепла на кадр фильма продолжается всего $^1/_{24}$ секунды—время стояния фильма в кадровом окне. Резкое уменьшение скорости продвижения фильма в проекторе, а тем более остановка его в фильмовом канале немедленно вызовет воспламенение фильма.

Наибольшую опасность представляет собой накопление в кадровом окне или в прилегающих деталях проектора, подвергающихся нагреву, отпавших в результате износа или повреждений кусочков пленки.

В связи с этим необходимо строго следить за исправностью автозаслонки, перекрывающей лучи света при замедленных оборотах проектора и в момент его остановки, и тщательно очищать кинопроектор от застрявших частиц кинопленки.

Чаще всего пожары на киноустановках возникают из-за неосторожного, а иногда и преступно-легкомысленного обращения с огнем, главным образом из-за курения.

Работа с фильмом связана с пожарной опасностью на каждом шагу. Малейшая оплошность (или недосмотр) в отношении соблюдения мер предосторожности грозит уничтожением огнем крупных материальных ценностей, создает угрозу увечья, а иногда и гибели киномеханика, и чревата опасностью для жизни зрителей.

Киномеханик, обслуживающий киноустановку, обязан принимать все меры к предотвращению пожара и строго соблюдать противопожарные правила и нормы.

Необходимо учесть, что механику кинопередвижки, работающему главным образом в сельских условиях, трудно рассчитывать на своевременное прибытие достаточно мощной пожарной помощи в случае возникновения пожара. Поэтому на киномеханике лежит обязанность, готовя сеанс, особо тщательно обеспечивать все противопожарные мероприятия и в случае возникновения пожара быстро локализовать очаг пожара в самом зачатке собственными силами и заранее подготовленными средствами.

Помещение

Если киносеансы систематически проводятся в одних и тех же населенных пунктах или в условиях, когда кинопередвижка стационирована, наиболее целесообразно пристроить к зрительному залу обособленную киноаппаратную или же иметь для этой цели изолированное помещение, отделенное от зрительного зала огнеупорной стеной, имеющей проекционные и смотровые окна (рис. 516, 517).

Помещение зрительного зала для демонстрирования 35-*мм* фильмов на воспламеняющейся основе должно быть по возможности огнестойким и

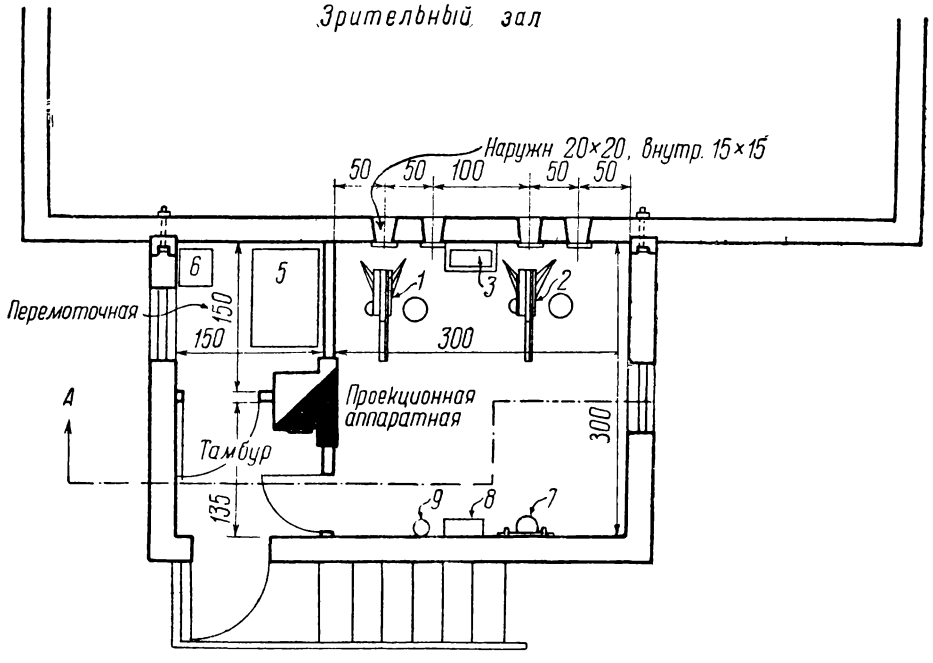


Рис. 516. План киноаппаратной стационарной сельской двухпостной киноустановки с передвижной аппаратурой

1 — проектор № 1; *2* — проектор № 2; *3* — усилитель; *5* — стол с моталкой для перемотки фильмов; *6* — фильмостат или ящик для фильмов; *7* — кронштейн с противопожарной тканью и огнетушитель; *8* — щит электропитания; *9* — ведро с песком

изолированным от помещений, в которых производятся или хранятся огнеопасные материалы.

В зрительном зале должно быть не менее одного выхода на каждые 75 зрителей.

Выходы из зрительного зала должны иметь ширину не менее 1,2 *м*.

На каждые 6 $м^2$ площади зрительного зала может быть размещено не более 8 зрителей. Если, например, площадь зрительного зала составляет 120 $м^2$, в такой зал можно допустить:

$$\frac{120}{6} \cdot 8 = 160 \text{ зрителей.}$$

В подвальных помещениях организация киносеансов воспрещается.

Если изолированного помещения для установки аппаратуры нет, проведение сеансов с установкой аппаратуры в зрительном зале разрешается при условии, что зрительный зал расположен не выше первого этажа.

Установка аппаратуры в зрительном зале разрешается лишь при наличии не менее двух выходов независимо от числа мест. Аппаратура должна

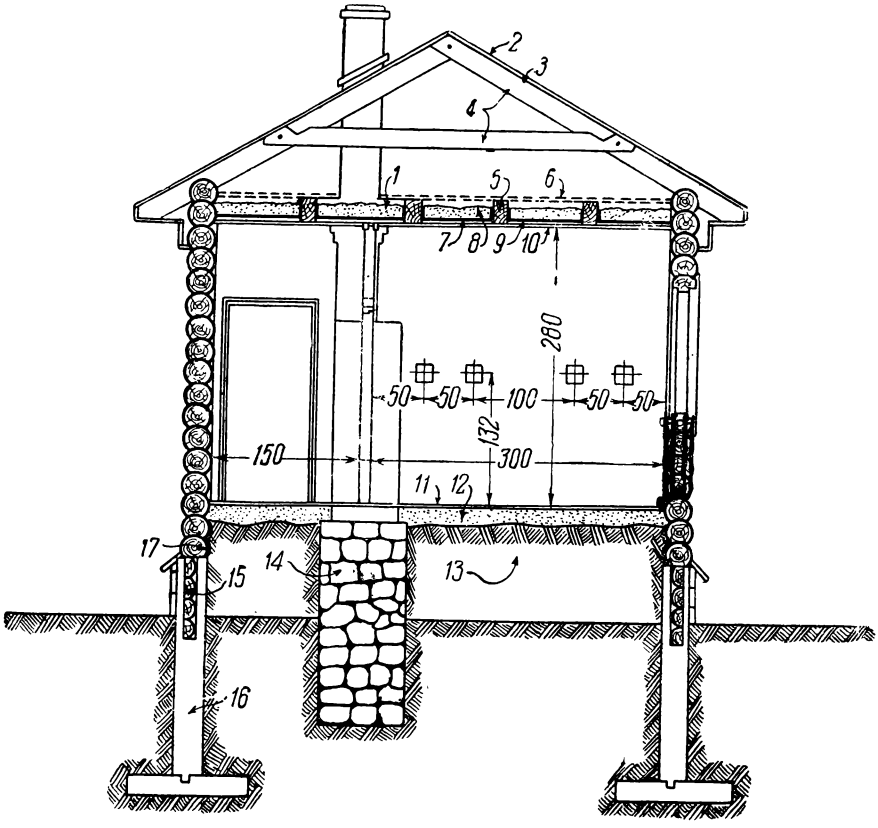


Рис. 517. Разрез помещения киноаппаратной стационарной сельской двухпостной киноустановки

1 — разделка 38 *см*; *2* — кровля из толя или драни; *3* — сплошная обрешетка; *4* — стропила $d = 18$ *см*; *5* — балки из брусьев 18×12 *см*; *6* — ходовые доски; *7* — глиняная смазка; *8* — засыпка; *9* — подшивной потолок; *10* — штукатурка; *11* — чистый пол на цементном растворе с железнением; *12* — подготовка на известковом растворе; *13* — насыпной утрамбованный грунт; *14* — фундамент печи из бута; *15* — забирка из горбылей; *16* — стулья $d = 24$ *см*; *17* — антисептика смолой

быть расположена как можно дальше от выходов и путей движения зрителей и обнесена прочным, надежно укрепленным ограждением на площади примерно 2×2 *м*.

В случае, если киносеансы систематически проводятся в одних и тех же помещениях, ограждение изготовляется из прочных деревянных брусьев на стойках или из газовых труб.

Детали крепления в полу и стенах нужно заблаговременно подготовить и конструктивно оформить так, чтобы установка ограждения производилась легко, быстро и достаточно прочно.

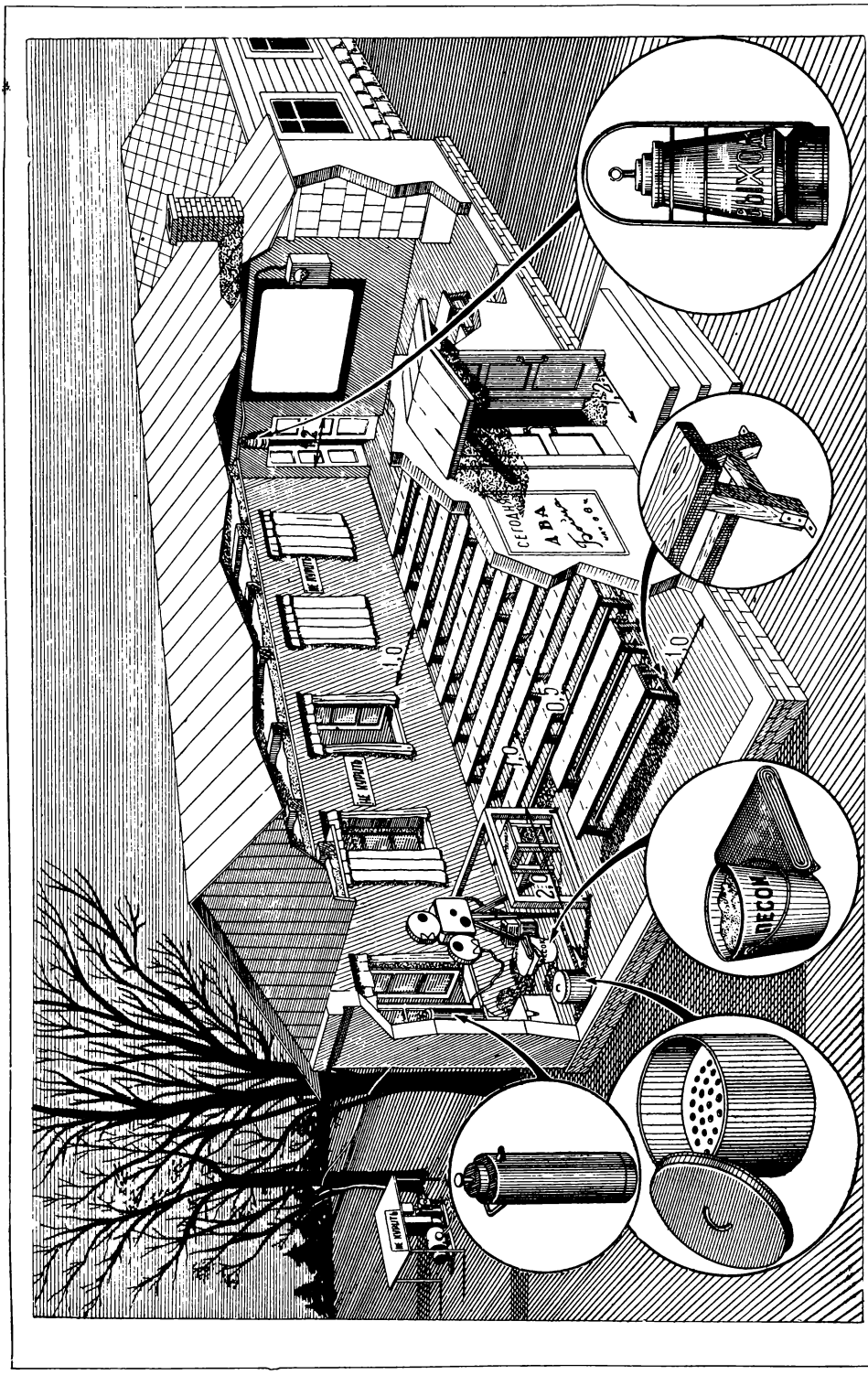


Рис. 518. Примерное расположение аппаратуры, противопожарных средств и зрительских мест при проведении сеанса

Все двери и окна в деревянных помещениях, где проводятся киносеансы, должны открываться наружу и во время сеанса не запираться.

Общее освещение зрительного зала должно быть обязательно электрическим.

Если киноустановка работает от передвижной электростанции, у выходов из помещения зрительного зала на высоте не менее 1,8 *м* от пола подвешиваются ламповые фонари «Летучая мышь» или закрытые фонари со свечами. Стекла фонарей можно окрасить прозрачной краской, чтобы свет не мешал зрителям; на фонарях должны быть ясные надписи «Выход».

В зрительном зале на видном месте вывешиваются плакаты, извещающие зрителей о том, что курение и зажигание спичек, зажигалок и т. п. воспрещается. Раньше чем начать сеанс, киномеханик обязан устно напомнить публике о том, что курение в зале категорически воспрещено.

Топка печей в зрительном зале должна заканчиваться за два часа до начала сеанса.

Установка в зрительном зале каких бы то ни было временных печей ни в коем случае не допускается.

На рис. 518 показано примерное расположение в зрительном зале аппаратуры, противопожарных средств и зрительских мест.

Между стенами зрительного зала, имеющими двери и оконные проемы, и местами для зрителей должны быть оставлены проходы шириною не менее 1 *м*. В непрерывном ряду, ограниченном проходами с обеих сторон, не должно быть более 14 мест. Все стулья в ряду прочно скрепляются и прикрепляются к полу.

Двери, окна, коридоры, выходы, проходы зрительного зала и подступы к зданию снаружи не должны быть ничем загромождены.

Устанавливать приставные стулья в проходах зрительного зала категорически воспрещается.

Непосредственно у киноустановки располагаются следующие средства пожаротушения: асбестовая противопожарная ткань; ведро с сухим просеянным песком и совком; огнетушитель густопенный; сухой огнетушитель; металлический бачок с водой, закрывающийся крышкой и по объему достаточный для погружения в него рулона с фильмом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоят операции по пожарной профилактике, локализации и ликвидации пожара?
2. Как протекает и какую опасность представляет собой процесс горения кинофильма на целлулоидной основе?
3. В чем основная опасность воспламенения фильма на киноустановке?
4. Каким основным условиям должно отвечать помещение, в котором проводится киносеанс на передвижке?
5. Как определяется количество зрителей, могущих быть допущенными на киносеанс в данное помещение?
6. Как располагаются в зрительном зале передвижная кинопроекционная аппаратура, зрительские места и противопожарные средства?

Глава 55

ОГНЕГАСЯЩИЕ СРЕДСТВА

Принцип действия всех огнегасящих средств сводится к изолированию горящего предмета от окружающего воздуха, который, как известно, поддерживает горение. Целлулоид—кинопленка—имеет в своем составе кислород, отчего загоревшийся фильм потушить очень трудно, а разгоревшийся в рулоне фильм практически потушить невозможно.

Универсальным огнегасителем твердых предметов (главным образом дерева) является в о д а. Будучи направлена из пожарного шланга на горящий предмет, вода действует одновременно в нескольких направлениях: а) механически (силой струи) сбивает пламя; б) частично обращается в пар, которым оттесняет окружающий воздух, способствующий горению; в) охлаждает и увлажняет горящий предмет, затрудняя его горение.

Горючие жидкости (например, бензин, керосин, масло и пр.) не поддаются тушению водой, так как, обладая меньшим удельным весом, они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть.

Электрооборудование, находящееся под напряжением, также нельзя тушить водой вследствие ее электропроводности. Струя воды, попавшая на токонесущие части, может вызвать замыкание и поразить током человека, действующего водяным шлангом.

На целлулоидный фильм, содержащий кислород, вода не действует.

В зрительном зале, где обычно имеется немалое количество деревянных предметов, краны со шлангами безусловно полезны для тушения пожара и предупреждения распространения огня.

Возле кинопроектора во время проведения сеанса должен всегда стоять бак с водой, чтобы загоревшийся рулон фильма можно было сразу же полностью погрузить в воду и вместе с баком вынести из помещения. Вода не даст рулону гореть пламенем и переключит его на неполное горение.

Во избежание распространения дыма и взрывоопасных ядовитых газов (продуктов неполного горения) бак имеет крышку, которая открывается после вынесения бака наружу на открытый воздух. Бак должен быть такого размера, чтобы пропустить кассету кинопроектора. Крышка бака во время сеанса должна быть всегда открыта.

Бак для воды и ведра с песком должны окрашиваться в красный цвет.

П е с о к, применяемый на киноустановке для пожаротушения, должен быть просеянным, обязательно сухим, мелким и храниться в ведрах. Песок предназначается для быстрого сбития пламени горящего фильма, если он в спешке упадет на пол.

Упавший рулон мгновенно охватывается пламенем и чрезвычайно опасен как для других рулонов, так и для обслуживающего персонала и зрителей. В этом случае песок надо быстро опрокинуть на горящий рулон. Хотя песок и не потушит фильм, но собьет пламя, позволит накинуть на рулон тяжелую ткань и удалить его из помещения.

В случае воспламенения фильма в проекторе пользоваться песком и прочими огнегасящими средствами не следует: они лишь испортят проектор и не дадут никакого эффекта. В этом случае фильм нужно как можно быстрее удалить из помещения вместе с противопожарной кассетой, предварительно накинув на нее тяжелую ткань.

Тяжелые (лучше всего асбестовые) ткани должны иметь размеры 1,5 × × 1,5 *м*. Бумажные и легкие шерстяные ткани применять нецелесообразно.

Огнетушители

Каждый химический огнетушитель предназначается для тушения начинающегося пожара. Если пожар принял внушительные размеры, пользоваться огнетушителем бесполезно.

Огнетушители применяются пенные и порошковые.

Пенные огнетушители разделяются на жидкопенные («Богатырь № 1»), предназначаемые для тушения твердых веществ, и густопенные («Богатырь № 3») — для тушения горючих жидкостей и горючих твердых предметов.

Пенными огнетушителями любого типа нельзя тушить электрооборудование, так как кислотные и щелочные растворы в струе огнетушителя электропроводны, что может вызвать поражение электрическим током человека, действующего огнетушителем.

Горящий в проекторе фильм огнетушителем потушить невозможно. Проекционная и усилительная аппаратура, подвергшаяся воздействию огнетушителя, будет приведена в негодность.

Горящую на человеке одежду никакими огнетушителями тушить нельзя: струя пены вызовет сильные ожоги тела, особенно глаз и лица.

Для тушения электрооборудования предназначаются специальные порошковые огнетушители, так как их струя неэлектропроводна.

Огнетушитель «Богатырь № 1». Жидкопенный огнетушитель «Богатырь № 1» (рис. 519) состоит из стального цельнотянутого или сварного баллона диаметром 150 *мм*, освинцованного изнутри во избежание ржавления. Баллон предварительно испытывается гидравлическим давлением на 25 *атм*. Для большей прочности днище баллона делается сферическим. В баллоне *1* находится щелочный раствор *2*. Верхняя часть баллона имеет горловину *3* с наружной резьбой и навинчивающейся стальной крышкой *4*. Через крышку проходит стальной стержень-ударник *5*, заканчивающийся на верхнем конце шляпкой, а на нижнем — зубчатым диском-бойком.

Ударник в крышке охватывается сальником *6*, не допускающим вытекания раствора через щель, когда баллон опрокинут. Непосредственно под ударником находится наглухо запаянная стеклянная колба с кислотой (обычно серной), обращенная острым концом вверх. Колба *7* помещается в специальном гнезде *8* — цилиндре с рядом отверстий в верхней части. Гнездо удерживается бортиками за верхнюю часть горловины. Под колбой имеется пружина-амортизатор *9*. В верхней боковой части баллона помещается спрыск *10* диаметром 2—3 *мм*.

На баллоне огнетушителя имеются две ручки: верхняя *11* — для правой руки и нижняя *12* — для левой руки. На верхнюю часть ударника надевается контрольная манжетка *13*, сделанная из жести или картона, и пломбируется пломбой *14* (целость манжета и пломбы указывает на исправность огнетушителя). Для установки огнетушителя на полку в вертикальном положении на нижнюю часть баллона надет фасонный цилиндр *15*, так называемый «башмак».

Огнетушитель выпускает жидкую пену объемом 60 *л*. Продолжительность действия огнетушителя около 1 минуты 15 секунд. Длина струи может достигать 9 *м*.

Огнетушитель «Богатырь № 3». Густопенный огнетушитель «Богатырь № 3» (рис. 520) имеет более широкую горловину и две стеклянные колбы внутри баллона. В остальном как по внешнему виду, так и по устройству жидкопенные и густопенные огнетушители сходны между собой.

Пена получается густая, объемом 72 *л* и очень легкая благодаря присутствию в составе серноалюминиевой соли. Длительность действия огнетушителя около 1 минуты 30 секунд. Длина струи — до 8 *м*.

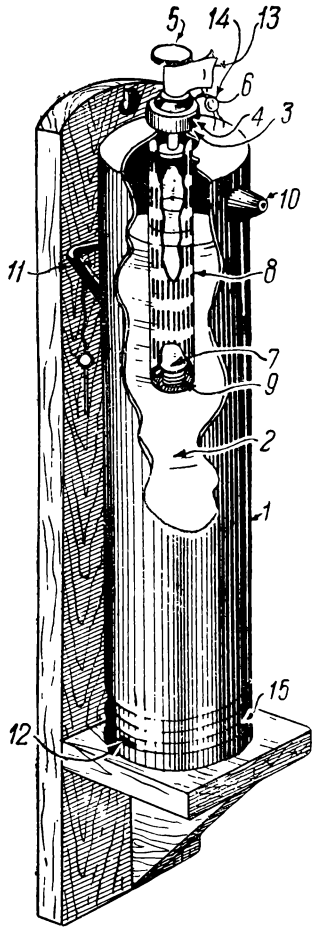


Рис. 519. Огнетушитель «Богатырь № 1» (жидкопенный)

1 — баллон; *2*—щелочный раствор; *3* —горловина; *4* —стальная крышка; *5*—ударник; *6* — сальник; *7*—стеклянная колба с кислотой; *8*—гнездо колбы; *9*—пружина-амортизатор; *10*—спрыск; *11* — верхняя ручка; *12* — нижняя ручка; *13* — контрольная манжетка; *14* — пломба; *15* — башмак

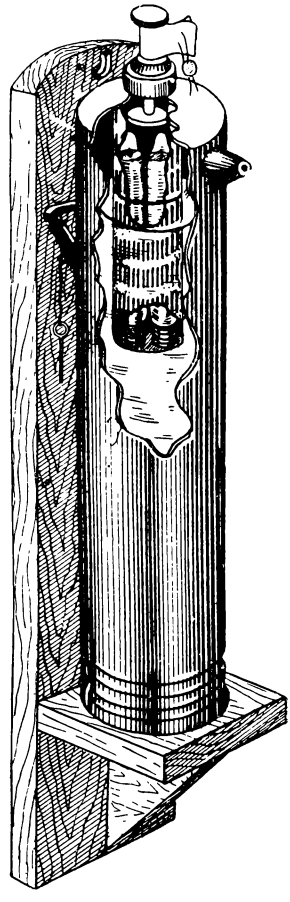


Рис. 520. Огнетушитель «Богатырь № 3» (густопенный) с двумя стеклянными колбами внутри баллона, применяемый для тушения горючих жидкостей

Во время действия густопенного огнетушителя бывают иногда засорения спрыска, который прочищается проволокой, подвешиваемой к ручке; в случае отсутствия проволоки огнетушитель перевертывается и резко встряхивается, после чего вновь приводится в действие.

Порядок пользования огнетушителем следующий. Правой рукой берутся за верхнюю ручку огнетушителя, а левой — за нижнюю. Баллон переворачивается вверх дном и ударяется ударником об пол или о

любой твердый предмет. Ударник разбивает стеклянную колбу, кислота вытекает через отверстие гнезда и соединяется со щелочным раствором; в результате образуется углекислый газ, который поднимается вверх и, скопляясь, с силой выталкивает образующуюся пену через спрыск наружу (рис. 521).

Огнегасящее действие пены заключается в том, что, попадая на горящий предмет, она облепляет его, изолирует от окружающего воздуха и тем самым прекращает горение.

Поскольку целлулоидная пленка содержит в своем составе кислород, потушить ее огнетушителем невозможно.

Давление внутри действующего огнетушителя достигает 8 *атм*, а при закупоренном спрыске—до 19 *атм*. Баллон ежегодно испытывается гидравлическим давлением до 25 *атм*.

Если разбить колбу при неперевернутом баллоне, химическая реакция все равно произойдет, но углекислый газ перестанет выталкивать пену, а с шипением и свистом будет выходить через спрыск наружу. Если огнетушитель долго держать перевернутым, не разбивая колбы, весь щелочный раствор вытечет через спрыск.

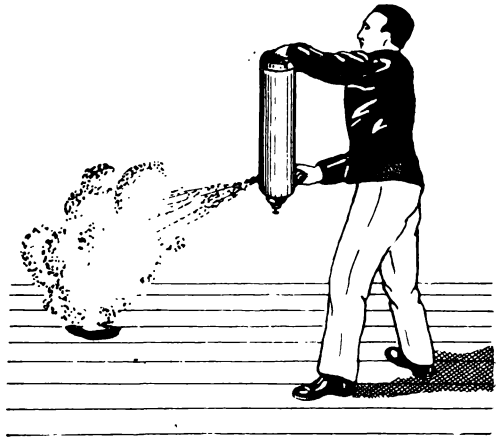


Рис. 521. Огнетушитель «Богатырь» в действии

Чтобы сделать раствор трудно замерзающим (зимний заряд), в щелочную часть добавляется обыкновенная поваренная соль.

Огнетушители должны перезаряжаться, как правило, через каждые шесть месяцев, иначе длина струи может оказаться меньше нормальной. Зарядка и перезарядка огнетушителей должна производиться исключительно лицами и учреждениями, имеющими на это специальное разрешение органов пожарного надзора.

После использования огнетушитель подлежит разборке и промывке горячей водой. Разборка начинается с прочистки спрыска проволокой, так как высохшая пена может его забить, вследствие чего скопившиеся внутри баллона газы могут сорвать крышку в момент ее отвинчивания гаечным ключом и нанести увечье.

Уход за огнетушителем. Огнетушитель нужно беречь от ударов. Не вешать его вблизи нагревательных приборов во избежание испарения воды и кристаллизации соды на спрыске.

Регулярно прочищать спрыск огнетушителя проволокой. Баллон и арматуру огнетушителя периодически протирать масляной тряпкой.

Вешается огнетушитель вертикально, иначе из него через спрыск будет вытекать щелочный раствор.

Огнетушитель порошковый. Из порошковых огнетушителей наиболее распространены огнетушители «Тайфун» (рис. 522) и «Титан». Каждый из этих огнетушителей имеет по два стальных баллона: большой баллон емкостью 9 или 4,5 *л*, испытанный на 25 *атм*, и малый баллон, испытанный на 250 *атм*. Стеклянные колбы отсутствуют. Большой баллон имеет цилиндрическую форму, переходящую в нижней части в конус, и заканчивается

соплом *2* с выходным отверстием диаметром 18—20 *мм*. На сопло надевается резиновый колпачок *3* или откидная крышка, не дающая порошку высыпаться наружу. В верхней части большого баллона имеется крышка *4* на резьбе с газовым предохранителем *5*, рассчитанным на 15 *атм* и представляющим собою отверстие, затянутое станиолем (предохранитель). Если сопло случайно закупорится во время действия огнетушителя, станиолевый листок под возрастающим внутренним давлением разрывается, и углекислый газ выходит через отверстие наружу, не причинив вреда баллону.

Огнегасящий порошок *6* состоит в основном из двууглекислой соды (98%) с примесью различных инертных (т. е. не вступающих в химическую реакцию) порошков (2%), мелкого песка, инфузорной земли (горная порода), тертого кирпича, мела, гипса и т. п., которые утяжеляют соду и предотвращают ее комкование.

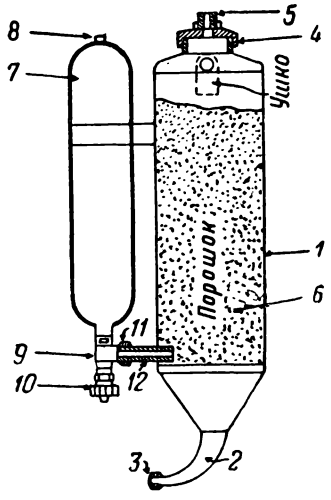


Рис. 522. Огнетушитель «Тайфун»

1 — большой баллон; *2*—сопло; *3* — колпачок; *4* — крышка; *5* — газовый предохранитель; *6* — огнегасящий порошок; *7* — малый баллон; *8* — температурный предохранитель; *9* — вентиль; *10* — маховичок; *11* — гайка; *12* — сифонная трубка

Малый баллон *7*, помещенный сбоку от большого, а иногда и внутри него, наполнен углекислотой, сжатой до жидкого состояния под давлением до 80 *атм*. В нижней или верхней части баллона имеется температурный предохранитель *8*—отверстие в стенке баллона, залитое легкоплавким металлом. В случае повышения температуры окружающего воздуха от каких-либо внешних причин (например, при пожаре) внутреннее давление возрастает, что может вызвать разрыв малого баллона, если не будет температурного предохранителя, который, расплавляясь, выпускает газ наружу. На одном из концов малого баллона помещается вентиль *9* с маховичком *10*, который пломбируется. Вентиль соединяется посредством гайки *11* с сифонной трубкой *12*, проходящей в большой баллон.

Чтобы привести порошковый огнетушитель в действие, его надо снять со стены, не перевертывая и не подвергая ударам, и повернуть маховичок против часовой стрелки; сопло при этом должно быть всегда внизу (рис. 523). Если огнетушитель висит на стене соплом вверх, его надо предварительно перевернуть, в противном случае огнегасящий порошок выбросится не весь, а лишь частично. Углекислота устремляется через открытый вентиль по сифонной трубке в большой баллон, переходя из жидкого состояния в газообразное.

В баллоне происходит разрыхление огнегасящего порошка и выдувание его через сопло наружу (рис. 524).

Огнегасящее действие порошка заключается в механическом сбивании пламени и в химическом воздействии на него, так как сода, попадая на горящий предмет, под влиянием теплоты распадается на соду и углекислый газ, оттесняющие воздух и воду, а также, плавясь, образует как бы корку, изолирующую горящий предмет от окружающего воздуха.

Время действия порошковых огнетушителей очень невелико — около 15—20 секунд. Длина струи до 4 *м*.

Целлулоидные фильмы порошковыми огнетушителями потушить невозможно.

Общие правила пользования огнетушителями

Огнетушители нужно вешать всегда возле дверей и не выше 1,5 *м* от пола до нижнего днища, чтобы ими легко можно было воспользоваться в случае пожара. Если приходится тушить огонь, распространяющийся наверху, огнетушитель поднимают выше и немного наклоняют. Слишком

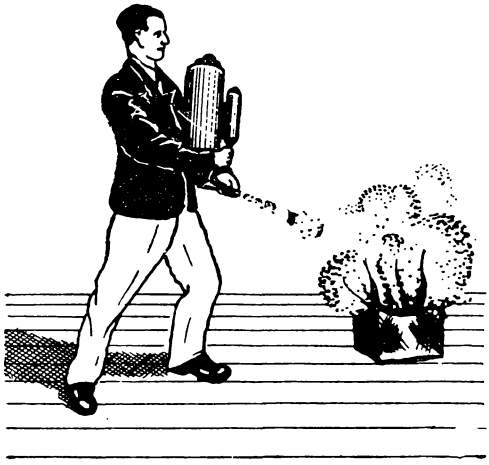


Рис. 523. Огнетушитель «Тайфун» в действии



Рис. 524. Огнетушитель «Титан» в действии

сильный наклон нарушает правильную работу огнетушителя. Струю пены или порошка надлежит направлять всегда на нижнюю часть пламени.

Все противопожарное оборудование (бак для воды, ведра для песка, огнетушители и пр.) окрашивается, как правило, в красный цвет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит принцип действия таких огнегасящих средств, как вода, песок и противопожарная ткань?
2. В каких случаях пожара применяются вода, песок и противопожарная ткань?
3. Какие огнетушители применяются на киноустановках, в чем их отличительные особенности и в каких случаях они применяются?
4. Как устроен и действует огнетушитель «Богатырь № 1»?
5. Как устроен и действует огнетушитель «Богатырь № 3»?
6. Как устроены и действуют порошковые огнетушители?
7. Каковы правила ухода и пользования огнетушителями?

Глава 56

РАСПОРЯДОК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КИНОСЕАНСОВ

Предупредительные меры

На время проведения сеанса обязательно устанавливаются посты местной пожарной охраны, которые должны следить за соблюдением зрителями правил поведения в общественных местах и действовать в случае возникновения пожарной опасности.

Необходимый противопожарный инвентарь и средства пожаротушения заблаговременно располагаются так, чтобы в случае возникновения пожара их можно было легко и быстро использовать и чтобы доступ к пожарному инвентарю не оказался отрезанным огнем.

Киномеханик отвечает за соблюдение противопожарных мероприятий во время эксплоатации кинопередвижки, т. е. во время проведения киносеанса.

В качестве лица, ответственного за поддержание порядка и за соблюдение правил общей и пожарной безопасности в зрительном зале, местные руководители (председьсовета, предколхоза, зав. клубом, избач и т. п.) выделяют специального дежурного, который все время должен быть в зрительном зале, пока проходит киносеанс.

Около аппарата может находиться только тот экземпляр фильмокопии, который демонстрируется на данном сеансе. Все части демонстрируемого фильма должны обязательно храниться в закрытых металлических коробках и в закрытом ящике (ЯУФ).

Фильмокопия может перематываться, проверяться и ремонтироваться лишь до или после сеанса, когда в помещении нет посторонних лиц. Одновременно перематывать фильм в помещении, где демонстрируется фильм, ни в коем случае нельзя.

Конструкция кинопроектора предусматривает следующие противопожарные средства: световой пучок в случае замедления движения проектора или его остановки автоматически перекрывается заслонкой; проекционная лампа может включаться только одновременно с электродвигателем; возможность включения лампы без мотора исключается (автоблокировка). Исправность действия всех этих устройств должна особо тщательно проверяться перед сеансом.

Ни в коем случае нельзя допускать каких-либо изменений, переделок или изъятий в противопожарных устройствах проектора, как равно нельзя приступать к демонстрированию фильма, если противопожарные устройства не действуют надежно и безотказно.

В процессе сборки проектора для проведения сеанса необходимо обращать особое внимание на подгонку кассет по месту их крепления: кассеты должны фиксироваться в шлицах и не шататься во время работы, но сниматься небольшим усилием руки, без применения каких-либо инструментов и ударов.

Если рулон неожиданно воспламенится в кассете, необходимо немедленно накинуть на кассету асбестовую ткань и, сняв кассету с аппарата, по возможности выбросить ее через окно вместе с фильмом или же опустить в резервуар с водой. Возможность проведения такой операции должна быть заблаговременно подготовлена перед началом сеанса.

Поведение киномеханика в случае пожара

Во время сеанса киномеханик ни в коем случае не должен отлучаться, не должен оставлять без присмотра работающий аппарат или передоверять надзор за ним посторонним лицам, доступ которых к аппаратуре и фильму вообще категорически воспрещается.

При любой аварии киномеханик должен сохранить присутствие духа и не поддаваться панике, только тогда он будет в состоянии принять необходимые меры к устранению внезапно возникшей пожарной опасности.

Самообладание киномеханика в минуту опасности ободряюще действует на окружающих и предотвращает возникновение паники, от которой сплошь и рядом бывает больше несчастных случаев и серьезных последствий, чем от самой аварии.

Если размеры аварии требуют прекращения сеанса и удаления зрителей, надо сделать это в спокойной, но решительной и категорической форме.

В случае любой аварии проектор немедленно выключается и в зрительный зал дается свет.

Если воспламенится фильм в кадровом окне, немедленно оборвать верхнюю петлю, потом нижнюю и выключить проектор, не открывая дверцы фильмового канала. При быстром и умелом выполнении этой операции авария может ограничиться лишь выгоранием кадра фильма в кадровом окне.

Пленку, продолжающую гореть в кадровом окне и оборванную сверху и снизу, в первый момент воспламенения можно потушить тряпкой или задуть.

В случае, если пламя проникло в кассету, нужно, не открывая крышки кассеты, набросить противопожарную ткань, снять кассету с аппарата и вынести ее в безопасное место, где кассету с горящим фильмом можно засыпать песком или бросить в резервуар с водой.

В первый же момент борьбы с огнем необходимо немедленно удалить в безопасное место все находящиеся у аппарата части фильма.

Обеспечив безопасность возгорания фильма, приступить к тушению загоревшихся деталей помещения при помощи огнетушителей, а если их нет, организовать подачу воды в ведрах.

Первостепенная задача в момент возникновения пожарной опасности— принять все меры к немедленной эвакуации зрителей из помещения. Для этой цели до начала проведения киносеанса киномеханик должен лично проверить все окна и двери (чтобы они легко и быстро открывались). По возможности нужно расставить дежурных, чтобы в момент опасности они могли обеспечить организованную и спокойную эвакуацию зрителей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как обеспечить в зрительном зале порядок и противопожарные мероприятия во время проведения сеанса?
2. Перечислите основные противопожарные правила поведения киномеханика во время сеанса.
3. Как должен действовать киномеханик в момент возникновения пожарной опасности?

Глава 57

УСЛОВИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Основные правила

Электростанция должна быть установлена изолированно от деревянных строений, а также от складов хранения легко воспламеняющихся материалов.

Электростанция должна устанавливаться не ближе 10 *м* от помещения, в котором проводится киносеанс.

Курение и зажигание огня вблизи электростанции должно быть категорически воспрещено. На видном месте нужно вывесить плакат с четкой надписью: «Не курить».

В помещении, где работает электростанция, и вообще вблизи ее нельзя хранить запасы горючего Заправка двигателя горючим должна производиться исключительно при дневном свете и когда двигатель остановлен и находится в холодном состоянии.

Если выхлопная труба двигателя выводится из закрытого помещения наружу, то во избежание пожара ее следует изолировать от деревянных деталей помещения

Случайно пролитое горючее или масло нужно немедленно вытирать досуха. Необходимо следить, чтобы под двигатель не подтекало горючее или масло.

Работая ночью у бездействующей электростанции (при свертывании киноустановки), лучше всего пользоваться электрическим аккумуляторным фонарем, в крайнем случае фонарем «Летучая мышь», соблюдая при этом особые меры предосторожности.

При электростанции должны иметься следующие средства пожаротушения:

а) огнетушитель «Богатырь № 3» (густопенный);

б) огнетушитель «Тайфун» (порошковый);

в) противопожарная ткань;

г) ящик или ведро с сухим просеянным песком и совок.

Огнегасящие средства нужно располагать на видных и доступных местах, по возможности всегда в определенной последовательности и на такой высоте, чтобы их можно было легко, удобно и быстро пустить в действие.

Поведение моториста при пожаре

В случае возникновения пожара на электростанции ни в коем случае нельзя тушить огонь водой.

Если пламя внезапно охватит карбюратор работающего двигателя, немедленно перекрыть бензокраник и набросить на карбюратор противопожарную ткань.

Случайно загоревшуюся лужу пролитого бензина или масла нужно немедленно засыпать песком.

Если загорелась деревянная деталь помещения электростанции, в ход пускается огнетушитель «Богатырь».

Если воспламенился пролитый бензин или керосин, нужно действовать огнетушителем «Тайфун».

Условия общей безопасности при работающей электростанции

Нельзя размещать электростанцию в закрытом невентилируемом помещении, так как отработанные газы двигателя отравляюще действуют на организм, вызывая головокружение, тошноту, обморочное состояние, а иногда и более тяжелые последствия.

Пострадавшего от отравления угарным газом нужно вывести на свежий воздух, обливать голову холодной водой и растирать лицо и концы рук уксусом, нашатырным спиртом или одеколоном.

Остерегаться длительного воздействия бензина на кожу рук. Бензин сушит кожу, вызывая раздражение и появление сети мелких трещин, сопровождающихся весьма болезненными ощущениями.

Прежде чем подать ток от электростанции, проверить правильность всех соединений и состояние электрических проводов и устройств.

Если предохранители в момент включения киноустановки перегорят, новые предохранители ставить лишь после устранения неисправности, вызвавшей перегорание предохранителей. Новые предохранители можно ставить лишь при выключенной установке и на силу тока, рассчитанную для данного токоприемника.

Чтобы избежать случайного удара электрическим током при касании к нетоконесущим частям электростанции, вызванным пробоем на корпус, целесообразно заземлять электростанцию, особенно в ненастную погоду.

Прежде чем выполнять какие-либо работы по электросети, обязательно выключить ток.

Никаких работ не вести под напряжением.

Без команды киномеханика моторист не имеет права включить подачу тока на киноустановку, так как это может привести к аварии, если установка не подготовлена и включение произведено без предупреждения.

Действующая электростанция не должна оставаться без надзора квалифицированного моториста.

Пуск двигателя следует производить на позднем зажигании и захватывать заводную рукоятку так, чтобы все пальцы были расположены с одной стороны в целях предупреждения обратного толчка.

Во время работы двигателя нельзя производить исправления, подтягивание, крепеж, регулировку и другие работы.

Соблюдать осторожность вблизи вращающейся крыльчатки вентилятора двигателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким требованиям должно отвечать размещение передвижной электростанции на время проведения киносеанса?
2. Каковы последствия воздействия на организм человека отработанных газов двигателя и какая помощь подается отравленному угарным газом?
3. Перечислите основные меры пожарной безопасности, которые должны соблюдаться во время работы передвижной электростанции.
4. Какие средства пожаротушения применяются в случае возникновения пожара на передвижной электростанции?
5. Какие меры общей безопасности должны соблюдаться в процессе эксплоатации передвижной электростанции?

Глава 58

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Опасные напряжения

Несчастные случаи от электрического тока на киноустановках чаще всего имеют место вследствие пренебрежительного отношения киномехаников и мотористов к опасности, которую представляют собой находящиеся под напряжением токонесущие части.

Некоторые киномеханики и мотористы уверены, что они «привыкли» к электрическому току и для них он не опасен. Нередко ток проходит через человека при случайных или умышленных прикосновениях к токонесущим частям, не причинив вреда здоровью. На этом основании некоторые считают себя «застрахованными» от поражений электрическим током. Такое мнение совершенно неверно: нет людей, не подверженных опасности поражения электрическим током; пострадать может в равной степени и человек, впервые прикоснувшийся к токонесущим частям, и тот, кто много раз касался тока ранее без ущерба для себя.

Действие электрического тока на человеческий организм зависит от омического сопротивления тела.

Сопротивление человеческого тела меняется в самых широких пределах — от нескольких сот до десятков и даже сотен тысяч ом. Факторы, влияющие на сопротивление человеческого тела, складываются из большого количества самых разнообразных обстоятельств: влажность кожи и одежды; площадь соприкосновения с токонесущими частями; физическое состояние пострадавшего; величина сопротивления; величина контакта человека с землей; состояние изоляции полюсов или фаз системы от земли, а также большое количество других самых разнообразных причин.

Сухая кожа, сухая одежда, мозоли на руках, небольшая площадь соприкосновения с токонесущими частями — все это увеличивает сопротивление.

Состояние опьянения в сильной степени снижает сопротивление человеческого тела электрическому току.

Многие исследователи утверждают, что на сопротивление человеческого тела влияют различного рода биологические и психические факторы. Так, например, считают, что на сопротивление человеческого тела влияет конституция человека, состояние его здоровья, усталость, нервное и психическое состояние и т. п.

Перечисленные факторы могут меняться в широких пределах. Если в одном случае прикосновение к токонесущим частям прошло без последствий, это не может служить гарантией, что так безнаказанно будет и впредь.

По закону Ома известно, что чем ниже сопротивление и чем выше напряжение, тем большей силы ток будет проходить в электрической цепи. При поражении человека электрическим током главное значение имеет сила тока, проходящего через его тело.

Установлено, что ток силою в 0,1 ампера является смертельно опасным. Если это так, то, очевидно, при сопротивлении человеческого тела в 1000 ом напряжение тока в 100 вольт, пропущенное через человеческое тело, может быть для него смертельным. Известны несчастные случаи при напряжениях в 50—65 вольт, заканчивавшиеся смертью.

Согласно существующим электротехническим правилам и нормам опасным считается напряжение выше 40 вольт. Несчастные случаи со смертельным

исходом при напряжениях 110—220 вольт—самое обычное явление. Больше того, основная масса несчастных случаев от электричества падает именно на напряжение 110—220 вольт; это объясняется не тем, что более высокие напряжения менее опасны, а тем, что эти напряжения являются наиболее распространенными. Прикосновение к проводам, находящимся под напряжением в 110 вольт, может вызвать электрический удар, от которого пораженный током может погибнуть. Таким образом следует твердо помнить, что напряжения, применяемые на киноустановках, т. е. 220, 110, 100 и даже 65 вольт, опасны для жизни и здоровья человека, причем это относится и к переменному и к постоянному токам.

Поражения электрическим током

Электрический ток может проходить только по замкнутому контуру электрической цепи.

Предположим, что человек коснулся провода с током в точке *D* (рис. 525). Если изоляция на проводе *A* достаточно хорошая, то через тело человека никакой ток не пройдет, и все обойдется благополучно. Если же изоляция провода, противоположного тому, к которому человек прикоснулся, не в порядке и где-нибудь имеют место заземление или пробои изоляции на корпус, то через человека, стоящего на земле, ток пройдет по пути *ABC*. Так как заземление в сети и пробои на корпус обычные явления, то очень часто прикосновение человека к одному полюсу или фазе может повлечь за собой электрический удар, если человек не изолирован от земли.

Наиболее опасно прикосновение одновременно к двум полюсам или к разным фазам электрической сети.

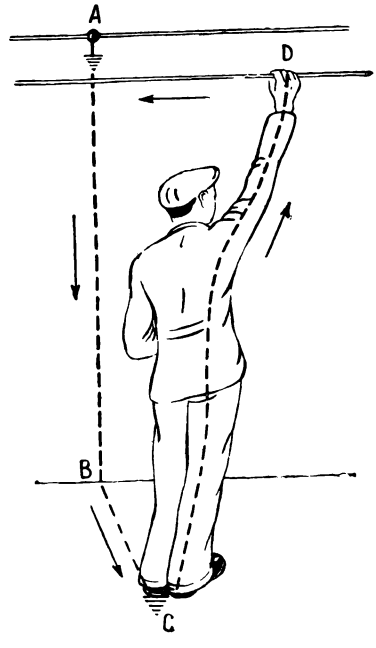


Рис. 525. Поражение электрическим током через землю

Меры предохранения от поражения электрическим током

Выполняя какие-либо ремонты подключения, регулировку и другие работы, обязательно нужно предварительно выключить ток на всех полюсах или фазах.

Прежде чем подать ток от электростанции, нужно тщательно проверить правильность всех соединений, состояние электрических проводов и устройств.

Во избежание удара электрическим током при касании к нетоконесущим частям электростанции, вызванным пробоем на корпус, целесообразно заземлять электростанцию, особенно в ненастную погоду.

В случае крайней необходимости вести какие-нибудь работы под током нужно становиться на резиновый коврик, а при отсутствии его — работать в галошах, не допуская одновременного касания к двум полюсам или фазам. Нужно помнить, что корпуса кинопроектора, усилителя, двигателя и электрогенератора заземлены, поэтому одновременное прикосновение

к корпусу и к какой-либо токонесущей части может вызвать электрический удар.

Очень часто при установке в предохранитель плавкой вставки или пробки в цепи, где остается не устраненное короткое замыкание, происходит быстрое расплавление вставки, чреватое опасностью ожога рук, лица или глаз.

Вследствие большого сопротивления кожных покровов в случае прикосновения к токонесущим частям в месте контакта проводника с кожей выделяется большое количество тепла, вызывающее ожог. При этом одновременно с покраснением кожи и образованием на ней пузырей происходит часто глубокое разрушение тканей.

Степень ожога зависит от величины тока, проходящего через тело человека, от величины поверхности контакта и от условий образования вольтовой дуги или искрообразования.

Ожоги различаются по степеням: 1-я степень ожога характеризуется краснотой и незначительной болью; к 2-й степени относятся ожоги, сопровождающиеся покраснением кожи и образованием пузырей; 3-я степень характеризуется обугливанием кожи и мышечной ткани.

Первая помощь пораженным электрическим током

Общепризнано, что в большинстве случаев смерть от электрического удара наступает не моментально, несмотря на то, что внешние признаки говорят как будто о смерти. Некоторое время после удара в человеке еще теплится жизнь, и, если немедленно принять энергичные меры к его оживлению, в большинстве случаев пострадавшего можно вернуть к жизни.

Главное условие успеха при оказании первой помощи — быстрота действия, находчивость и умение подающего помощь.

Прежде всего пострадавший должен быть освобожден от тока, соблюдая при этом все меры предосторожности, чтобы подающий помощь сам не сделался жертвой электрического удара.

Затем к пострадавшему должны быть применены методы искусственного дыхания и оказана самая срочная врачебная помощь.

Установить бесполезность дальнейших усилий по оживлению потерпевшего может только врач. Бывают случаи, когда вернуть к жизни пораженного электрическим ударом удается лишь после нескольких часов энергичного применения искусственного дыхания, вдувания кислорода и прочих мер, применяемых в этих случаях врачами.

Обожженные места смазать борным вазелином и, покрыв слоем ваты, перевязать. При сильных ожогах обожженные места промыть слабым раствором марганцево-кислого калия.

Во всех несчастных случаях обращаться немедленно за помощью к врачу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие напряжения, почему и при каких обстоятельствах могут быть опасными для человеческого организма?
2. Какие причины вызывают ожоги электрическим током?
3. При каких условиях может последовать поражение электрическим током?
4. Какие меры защиты применяются от удара электрическим током?
5. Как оказать первую помощь пораженному электрическим током?

ЧАСТЬ XI

УЗКОПЛЕНОЧНОЕ КИНО

Глава 59

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Преимущества узкопленочного кино

Роль узкопленочного кино в общей системе кинофикации нашей страны огромна. Узкопленочная кинематография призвана продвинуть советские кинофильмы в самые отдаленные глубинные пункты. Кроме того, она расширяет область применения фильма в качестве учебно-наглядного пособия во всей системе подготовки кадров. Развитие передвижной сельской киносети, а также стационарных киноустановок для малых экранов пойдет в ближайшие годы в основном за счет звуковой узкопленочной аппаратуры.

По сравнению с широкопленочными узкопленочные фильмы имеют ряд преимуществ. Пленка для печати узких фильмов изготовляется на ацетилцеллюлозной (ацетатной) основе — веществе, похожем на целлулоид, но отличающемся от него очень малой горючестью. Если к ацетатной пленке поднести горящую спичку, пленка загорается, но стоит только спичку отнять, как пленка сейчас же гаснет. Поэтому ацетатную пленку называют негорючей.

Полная безопасность узкой пленки в пожарном отношении дает возможность использовать узкопленочную киноустановку в любых условиях, даже самых неприспособленных с точки зрения противопожарных правил.

Кадр узкого фильма в 2,5 раза меньше кадра 35-*мм* фильма. Для изготовления узкопленочной фильмокопии расходуется в 5,5 раза меньше материала, чем для такой же широкой. Полнометражная узкая фильмокопия весит около 4 *кг* против 22 *кг* такой же 35-*мм* фильмокопии.

Уменьшенные вес и габариты узкопленочной фильмокопии значительно облегчают транспортировку, упрощают конструкцию проектора и его эксплоатацию.

На рис. 526 показана сравнительная величина 300-метрового рулона 35-*мм* фильмокопии и 120-метрового узкого, содержащих одинаковый сюжет.

Печать узких фильмокопий

Печать и фотообработка узких фильмокопий производятся на кинокопировальной фабрике во много раз быстрее, чем широких.

Для печати узких фильмов потребляется сдвоенная пленка, имеющая ширину 32 *мм* и перфорацию для двух 16-*мм* пленок (рис. 527).

Фильмы снимаются обычно на нормальной 35-*мм* пленке, а печать узких фильмов производится с нормального 35-*мм* негатива посредством специальной оптической системы, уменьшающей изображение и фонограмму до необходимых размеров. Копировальные аппараты, применяемые для печати узких фильмов с 35-*мм* негатива, называются оптическими.

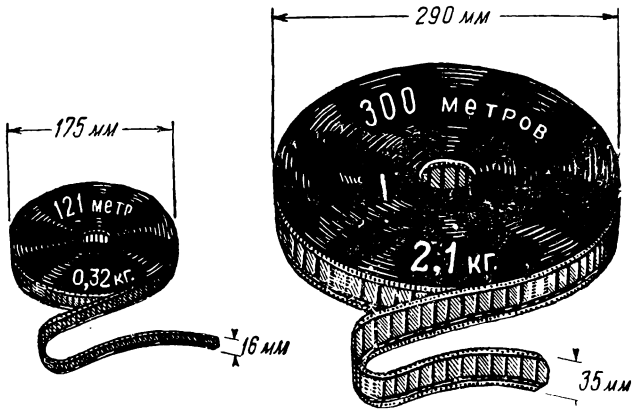


Рис. 526. Сравнительные величины рулонов узкого и широкого фильмов, содержащих одинаковый сюжет

На копировальном аппарате оптической печати с одного негатива производится одновременно печать двух одинаковых изображений, которые после фотообработки разрезаются на два самостоятельных позитива (рис. 528).

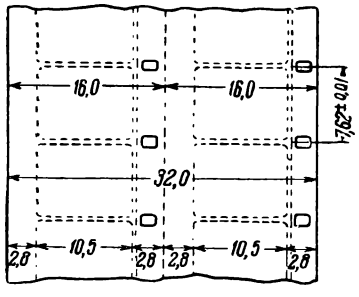


Рис. 527. Тридцатидвухмиллиметровая пленка (2×16) для печати узких фильмокопий

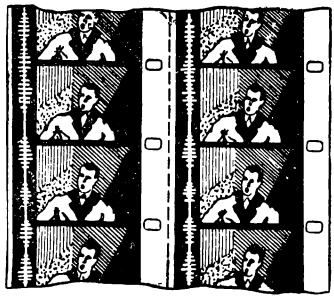


Рис. 528. Сдвоенный узкопленочный фильмопозитив

Печать узких фильмов может производиться также и с узкого негатива на контактном копировальном аппарате (этот процесс ничем не отличается от печати 35-*мм* звуковых фильмов). В контактных аппаратах печать изображения и звука производится в два приема с двух негативов — негатива изображения и негатива фонограммы. Сначала на пленке печатается изображение с негатива изображения, причем пленка и негатив передвигаются грейфером прерывисто. В момент освещения пленка прижата к негативу рамкой; в момент закрытия обтюратором кадрового окна рамка отжимается и негатив вместе с пленкой передвигается грейфером на один

кадр так же, как передвигается фильм в проекционном аппарате. Затем на пленку с отпечатанным изображением на том же копировальном аппарате впечатывается фонограмма с негатива фонограммы. Фонограмма печатается на звуковом блоке, в котором пленка двигается непрерывно, как и в звуковом блоке проекционного аппарата.

В узком фильме звук опережает изображение не на 19 кадров, как в нормальном 35-*мм* фильме, а на 27 кадров.

Стандартные размеры узкого фильма

Стандартные размеры звукового 16-*мм* кинофильма с односторонней перфорацией показаны на рис. 529. Размеры и допуски действительны для пленки в течение 24 часов после перфорирования. Изменение первоначаль-

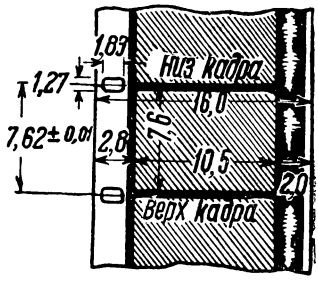


Рис. 529. Стандартные размеры узкопленочной звуковой фильмокопии

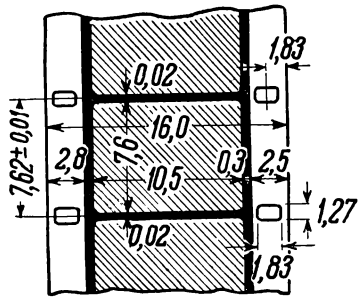


Рис. 530. Стандартные размеры узкопленочной немой фильмокопии

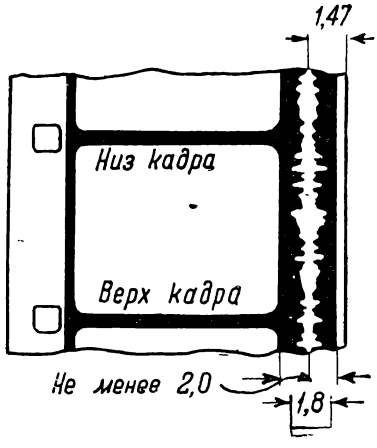


Рис. 531. Стандарт на размеры и расположение фонограммы в 16-*мм* фильмокопии

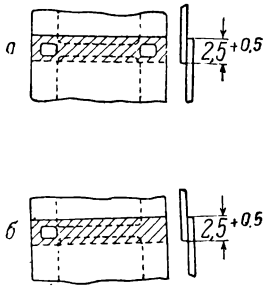


Рис. 532. Стандарт на склейку 16-*мм* кинофильма
а — склейка звукового фильма;
б — склейка немого фильма

ных размеров вследствие усадки при транспортировке и хранении фильма допускается в пределах 0,3% от минимальной величины размера.

Допуски на усадку относятся к пленке немедленно после ее распаковки. Фильмокопии, выпущенные копировальной фабрикой, а также копии, находящиеся в прокате, могут иметь большие отклонения, чем это преду-

смотрено стандартом для кинопленки. При хранении, транспортировке и эксплоатации фильмокопий последующая усадка не нормируется.

Для предупреждения высыхания фильма и усадки применяются те же методы увлажнения, что и для широкой пленки.

Стандартные размеры и расположение кадров в 16-*мм* и немом кинофильме показаны на рис. 530.

Скорость проекции немых узких фильмов — 16 кадров в секунду; звуковых — 24 кадра в секунду.

На рис. 531 показан стандарт на размеры и расположение фонограммы 16-*мм* кинофильма.

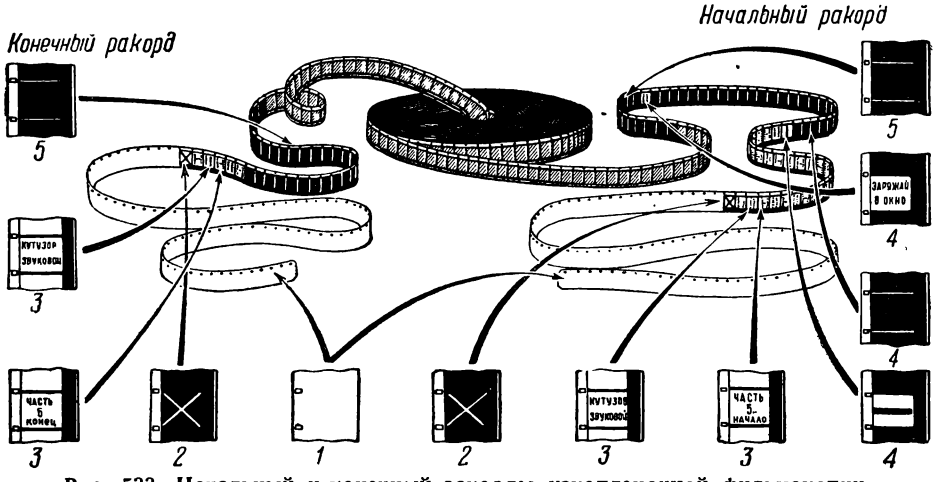


Рис. 533. Начальный и конечный ракорды узкопленочной фильмокопии

1 — защитная часть; *2* — старт; *3* — опознавательная часть — чередующиеся кадры с указанием названия фильма (звуковой или немой) и кадрами с указанием номера части, начала или конца; *4* — зарядная часть (черная полоска с надписью «заряжай в блок» и через 27 кадров надпись «заряжай в окно»); *5* — переходная часть

Стандарт на склейку 16-*мм* фильмокопии показан на рис. 532.

Кромки положенных друг на друга перфорационных отверстий должны при склейке точно совпадать. Склейка должна быть выполнена чисто: пузыри, коробление, пятна клея, следы пальцев не допускаются; склеенные края должны плотно прилегать друг к другу. Сопротивление склейки на разрыв должно быть не ниже 10 *кг*; испытание производится не ранее 24 часов после склейки.

Узкая пленка на ацетатной основе склеивается чистым ацетоном, так как обычный киноклей, содержащий, кроме ацетона, амилацетат и другие примеси, не пригоден для склеивания узких фильмов.

На рис. 533 показаны ракорды для звукового 16-*мм* кинофильма, облегчающие правильную зарядку фильма в проектор, создающие удобства в работе с фильмокопией и защищающие ее от повреждений. В ракордах для 16-*мм* фильмокопий не предусмотрены сигнальные обозначения перехода с поста на пост, так как двухпостные узкопленочные киноустановки пока встречаются редко.

Для немых узкопленочных фильмов ракорды не установлены.

Глава 60

ЗВУКОВОЙ КИНОПРОЕКТОР 16-ЗП

В комплект звуковой узкопленочной кинопередвижки входят: а) кинопроектор, б) усилитель, в) громкоговоритель, г) экран, д) передвижная электростанция, е) автотрансформатор КАТ или вольткомпенсационный трансформатор.

Основные технические данные

Кинопроектор 16-ЗП предназначен для проекции кадров узкого фильма на экран и для воспроизведения звука с фонограммы. Габаритные размеры проектора: $420 \times 240 \times 350$ *мм*. Вес 19 *кг*.

Проектор питается однофазным переменным током 110 вольт, частотой 50 герц. Потребляемая мощность около 1000 ватт. Световая мощность 150 люмен. Проекционная лампа типа «Биплан» 750 ватт при напряжении 110 вольт. Объектив имеет фокусное расстояние 50 *мм* и относительное отверстие 1 : 1,65.

Проектор приводится в действие асинхронным однофазным электродвигателем 110 вольт, 50 герц, мощностью на валу 40 ватт, с числом оборотов в минуту 2880.

Звуковая лампа 4 вольта 3 ватта; цоколь лампы — малый Сван одноконтактный С-15.

Звуковая лампа питается током высокой частоты (60 тыс. герц) от лампового генератора, смонтированного в корпусе усилителя (КПУ-46).

Размеры светового штриха: $1{,}65 \times 0{,}015$ *мм*. Фотоэлемент типа ЦГ-3.

Устройство проектора

Кинопроектор 16-ЗП состоит из следующих основных узлов: а) фильмопротяжного тракта, б) механизма передач, в) светооптической системы, г) звукооптической системы, д) электрооборудования.

Корпус кинопроектора представляет собой отливку из алюминиевого сплава.

На рис. 534 показан вид кинопроектора слева (со стороны зарядки фильма). Сзади укреплен корпус проекционного фонаря *1*, переходящий снизу в улитку вентилятора, предназначенного для охлаждения проекционной лампы. К корпусу улитки шарнирно крепится электродвигатель *2*. На валу ротора электродвигателя укреплена крыльчатка вентилятора и шкивок фрикционной передачи, посредством которого вращение электродвигателя передается механизму передач.

Впереди фонаря укреплен фильмовый канал *3* с объективом *4*. Внутри корпуса находится механизм передач. На корпусе проектора установлен верхний и нижний кронштейны бобин *5*, зубчатые барабаны и ролики. Слева внизу установлено коммутационное устройство *6* (электроуправление) кинопроектора; справа внизу находится звуковой барабан *9*, сидящий на одном валу с маховиком. К барабану прилегает фетровый ролик *8*. Справа от звукового барабана расположены звуковая оптика и лампа *7*.

Во время работы проектор ставится на усилитель *10*, являющийся подставкой для проектора. Четыре ножки проектора входят в лунки и фиксируют его положение на корпусе усилителя. Фотоэлемент установлен на усилителе; свет, модулированный через фонограмму и преломленный

в соответствующей оптике, падает на фотоэлемент через отверстие в основании корпуса проектора, совмещенного с соответствующим отверстием в крышке усилителя.

Совмещение проекции с экраном (установка кинопроектора по экрану) производится подъемным приспособлением под усилителем *11*, дающим возможность изменять угол наклона проектора по вертикали в пределах от 0 до 15°. Наименование и расположение деталей в проекторе 16-ЗП-6

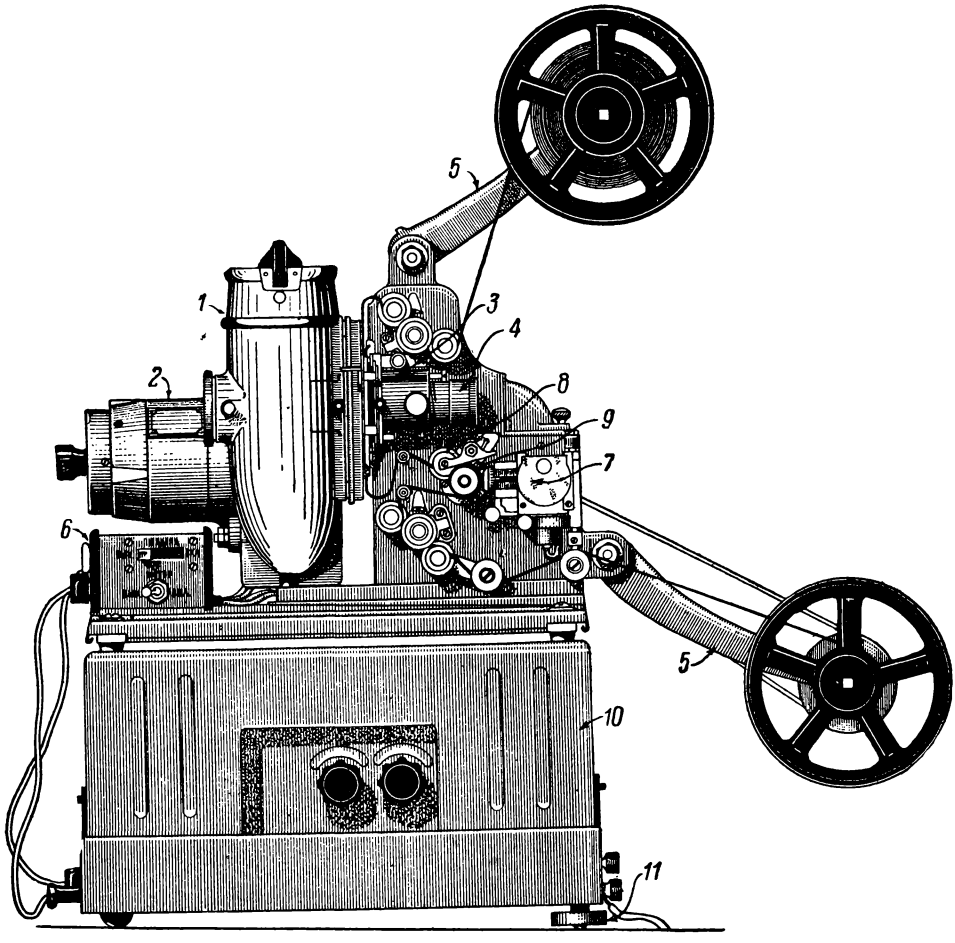


Рис. 534. Кинопроектор 16-ЗП-6 с усилителем ПУ-12М

1 — корпус проекционного фонаря; *2* — электродвигатель; *3* — фильмовый канал; *4* — объектив; *5,5* — кронштейны бобин; *6* — электроуправление кинопроектора; *7* — звуковая оптика с звуковой лампой; *8* — фетровый ролик; *9* — звуковой барабан; *10* — усилитель; *11* — подъемный винт для изменения угла наклона проектора

показано на рис. 535. В нерабочем положении кронштейны бобин проектора, укрепленные шарнирно, отводятся до отказа влево и проектор помещается в наглухо закрывающийся деревянный футляр.

Поверх футляра надевается чехол из плотной брезентовой ткани. Для переноски футляр снабжен ручкой из плотного брезента или ремня.

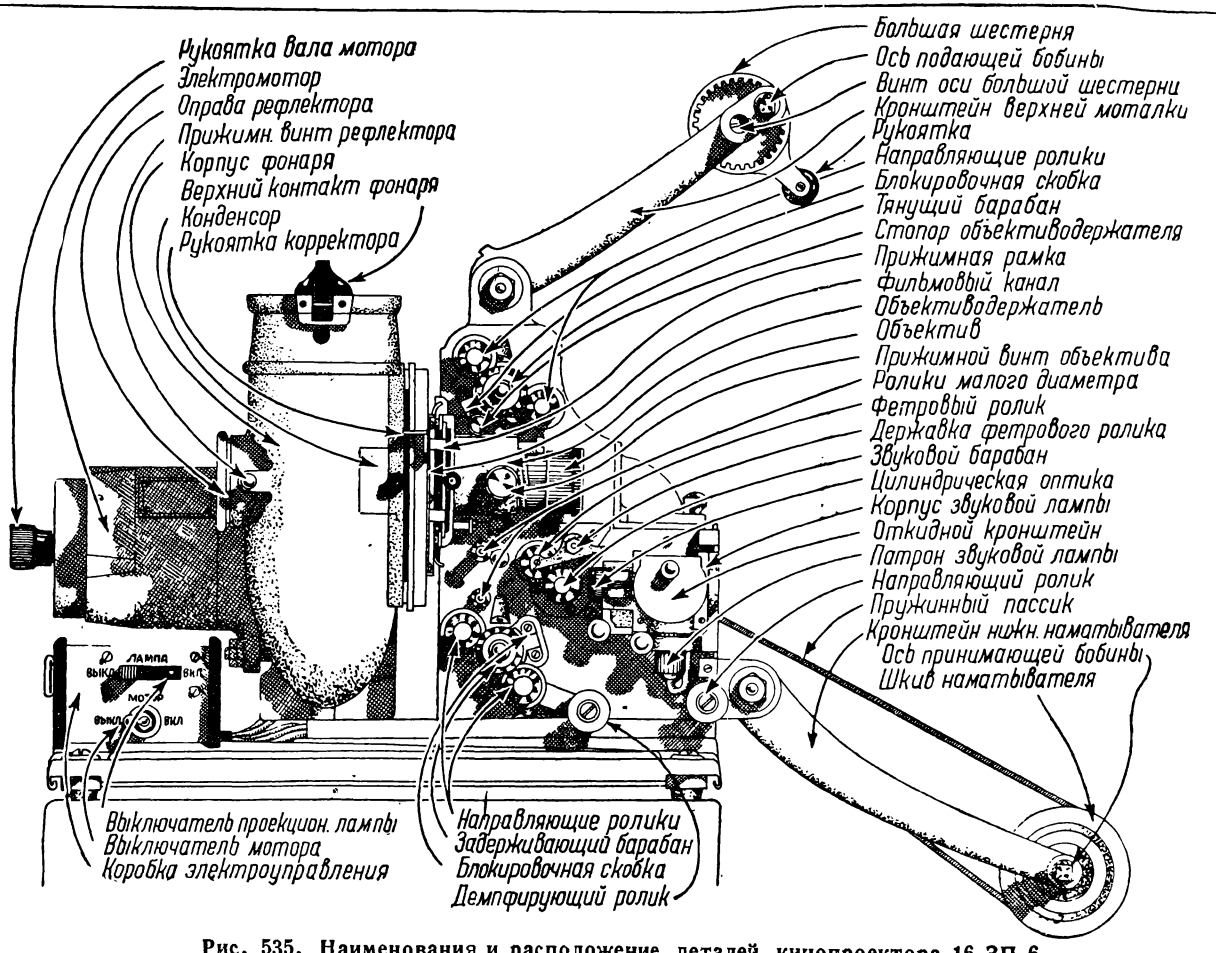


Рис. 535. Наименования и расположение деталей кинопроектора 16-ЗП-6

Движение фильма в проекторе

Фильм наматывается на бобину эмульсионной стороной наружу. В фильмовом канале проектора фильм обращен эмульсионной стороной к экрану. Перфорация звукового фильма обращена в наружную сторону — к киномеханику.

С верхней бобины фильм огибает снизу направляющий ролик (рис. 536), накладывается сверху на зубья тянущего барабана и, обогнув снизу направляющий ролик, образует верхнюю петлю длиною около 10 кадров, после чего попадает в фильмовый канал.

Внутри фильмового канала двигаются зубцы грейфера, взаимодействующие с перфорационными отверстиями и сообщающие фильму прерывистое движение. Поворотом ручки, укрепленной на выступающем конце ротора электродвигателя, зубцы грейфера выводятся из фильмового канала, что устанавливается совмещением стрелки на скобе и риски на тянущем барабане.

По выходе из фильмового канала фильм образует нижнюю петлю длиною около 10 кадров, огибает ролик и накладывается на звуковой барабан, к которому прижимается фетровым роликом.

После звукового барабана фильм огибает направляющие ролики и затем накладывается снизу перфорацией на зубья задерживающего барабана; после этого конец фильма заправляется в нижнюю бобину и от руки производится подмотка концовки.

Фильм заряжается в проектор в точном соответствии с обозначениями на ракордах.

Детали фильмопротяжного тракта

Основные детали фильмопротяжного тракта: зубчатые барабаны, направляющие ролики, фильмовый канал кинопроектора, грейферный механизм, звуковой блок, кронштейны.

Зубчатые барабаны. Узкопленочные звуковые фильмы перфорированы только с одной стороны; поэтому зубчатые барабаны кинопроектора — верхний и нижний — имеют зубцы только с одной стороны.

Каждый барабан имеет 12 зубцов в венце.

Верхний барабан сматывает фильм с верхней бобины и обеспечивает после схода с него пленки поддержание свободной петли.

Усилия, прилагаемые зубьями барабана, и направление движения фильма противоположны; поэтому верхний барабан называется т я н у щ и м. У нижнего барабана направление движения фильма совпадает с направлением силы натяжения, барабан обеспечивает свободную петлю до входа на него пленки; поэтому нижний барабан называется з а д е р ж и в а ю щ и м.

Учитывая возможную усадку фильма, достигающую иногда в условиях эксплоатации 1,5%, в проекторе 16-3П применены тянущий и задерживающий барабаны с различным шагом зуба. Для тянущего барабана шаг зуба рассчитан на минимальную усадку пленки (0,15%), т. е. шаг перфорации 7,61 *мм* (стандарт для пленки 7,62 *мм*). Для задерживающего барабана шаг зуба рассчитан на максимальную усадку пленки (1,5%), т. е. шаг перфорации 7,5 *мм*.

Конструкция зубчатых барабанов сборная и состоит из зубчатого венца *1*, корпуса *2* и реборды *3* (рис. 537).

В тянущих барабанах (для отличия от задерживающих) сделаны отверстия диаметром 1,9 *мм* для прохода цилиндрического штифта *4*, запрес-

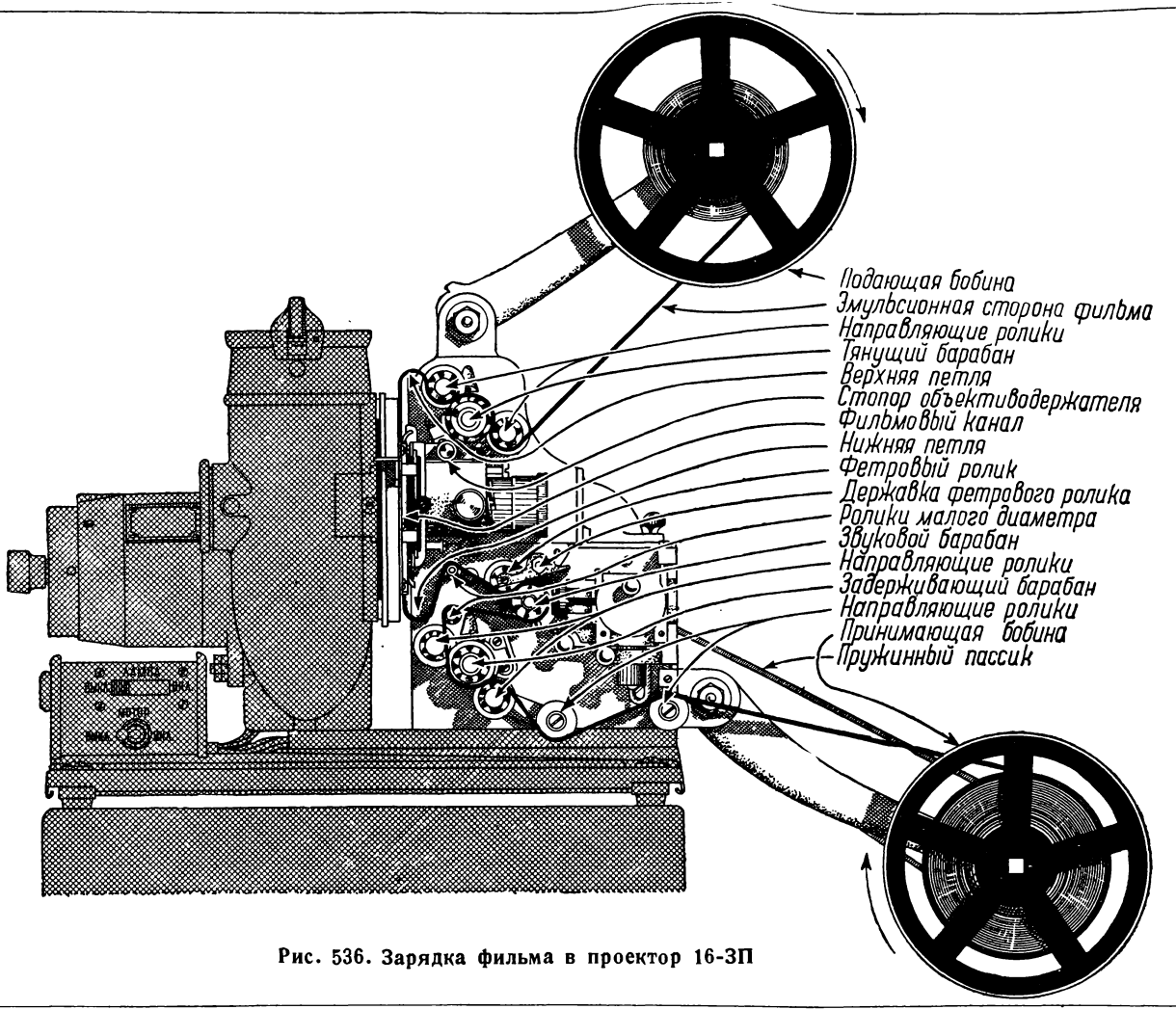


Рис. 536. Зарядка фильма в проектор 16-ЗП

сованного в корпус барабана. В тянущем барабане имеется одно отверстие, в задерживающем — два.

Так как износу подвергается только зубчатый венец, а корпус барабана с ребордой изнашивается весьма незначительно, целесообразно менять в случае износа зубьев не весь барабан, а только зубчатый венец. Кроме того, условия работы зубчатого барабана приводят к износу зубьев только с одной стороны, взаимодействующей с перфорацией фильма; поэтому, перевернув венец другой стороной, можно использовать неизношенную противоположную сторону зубьев барабанов и тем самым удвоить срок службы венцов барабанов.

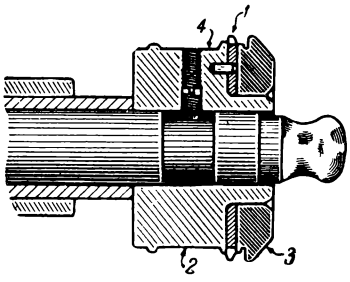


Рис. 537. Разрез тянущего барабана узкопленочного проектора
1 — зубчатый венец; *2* — корпус барабана; *3* — реборда; *4* — штифт

Для снятия и насадки венцов можно применять несложное приспособление, так называемый к о н д у к т о р, состоящий из коронки и штифта (рис. 538). Коронка *1* представляет собой цилиндр, имеющий с одной стороны двенадцать пазов, расположенных по окружности соответственно расположению зубцов на венце барабана.

Для тянущего и задерживающего барабанов изготовляются разные коронки соответственно их размерам.

Для распрессовки реборды и венца барабан вкладывается в коронку так, чтобы его зубья входили в пазы, а внутренняя плоскость реборды плотно прилегала к поверхности торца коронки. Штифт *2* вставляется внутрь барабана и собранный кондуктор с барабаном зажимаются в тиски (рис. 539). При плавном сжимании тисков реборда и венец снимаются с шейки корпуса барабана.

После распрессовки детали барабана тщательно промываются; заусенцы, имеющиеся на сработанных сторонах зубьев венца, нужно аккуратно снять надфилем, не задевая несработанных сторон зубьев. Венец переворачивается, надевается на шейку корпуса барабана и прикрывается ребордой.

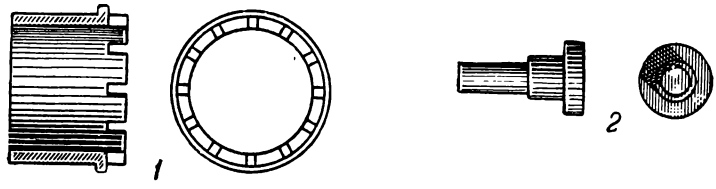


Рис. 538. Кондуктор для снятия венцов зубчатых барабанов проектора 16-ЗП
1 — коронка; *2* — штифт

Весь набор барабана помещается между двумя латунными пластинками (или пластинками из другого мягкого металла) и все вместе зажимается в тиски. Тиски плавно сжимаются до посадки на место венца и реборды (рис. 540).

За износом зубьев на барабанах необходимо внимательно следить и не допускать эксплоатацию аппарата с подработанными зубьями.

Зубчатые барабаны закрепляются на валах стопорными винтами, входящими в специальные выточки на шейке вала.

У барабанов установлены скобки, обеспечивающие правильную зарядку фильма. Скобка у задерживающего (нижнего) барабана, кроме того, предохраняет от затягивания фильма вверх на барабан в случае обрыва фильма или ослабления натяжения между задерживающим барабаном и наматывателем.

На реборду тянущего (верхнего) барабана нанесены риски, а на скобку — стрелка, показывающая положение зубьев грейфера относительно плоскости фильмового канала. При совпадении стрелки с рисками зубья грейфера находятся вне фильмового канала.

Направляющие ролики. У тянущего и задерживающего барабанов установлено по два направляющих ролика. Конструкция ролика показана на рис. 541.

Оси направляющих роликов запрессованы в корпус кинопроектора. Ролики вращаются на стальных шариках размером 3,175 *мм*. Рабочие

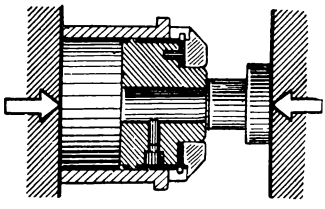


Рис. 539. Снятие венца барабана на кондукторе при помощи штифта

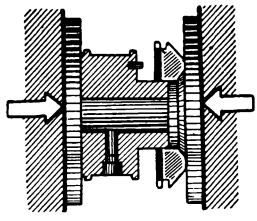


Рис. 540. Запрессовка венца и реборды на корпус барабана при помощи тисков

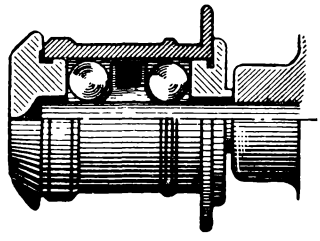


Рис. 541. Устройство направляющего ролика кинопроектора 16-ЗП

поверхности роликов расположены так, что соприкосновение их с фильмом происходит на участках, свободных от изображения и фонограммы.

В целях обеспечения сохранности фильма необходимо следить, чтобы ролики свободно вращались и не заедали. В случае заеданий ролики и оси нужно промыть.

Ролики смазываются тонким слоем чистого технического вазелина, для чего снимаются со своих осей.

Фильмовый канал (рис. 542). Фильмовый канал состоит из основания *2*, двух бортов *1* и *3* и прижимной рамки *4*. Основание фильмового канала и прижимная рамка имеют по два выступающих полозка, по которым движется фильм; по широкому полозку проходит перфорационная дорожка, а по узкому полозку — участок фильма между изображением и фонограммой.

Основание фильмового канала и оба борта установлены на корпусе грейферного механизма. Наружный, неподвижный борт *1* фильмового канала укреплен тремя винтами. Внутренний борт фильмового канала *3* — пружинный и подвешен двумя длинными и узкими лапками к корпусу грейферного механизма двумя винтами со спиральными пружинами. Пружинный борт предназначается для устранения боковых колебаний в фильмовом канале фильмов со значительной усадкой.

Прижимная рамка укреплена на особом держателе. Эластичность прижима между держателем и прижимной рамкой обеспечивается двумя спиральными пружинами.

Держатель с прижимной рамкой устанавливается до упора в пазы объективодержателя.

Для чистки фильмового канала и рамки от нагара и загрязнений держатель с прижимной рамкой легко вынимается при открытом объективодержателе.

Кадровое окно (рис. 543) размером 9,6 × 7,16 *мм* помещается в основании фильмового канала.

На корпусе грейферного механизма укреплена металлическая бленда, пропускающая полезный световой поток для освещения кадра и ограждающая фильмовый канал от нагрева избыточными лучами, не попадающими в кадровое окно.

Кадр устанавливается перемещением вверх и вниз основания фильмового канала (вместе с кадровым окном) относительно фильма посредством

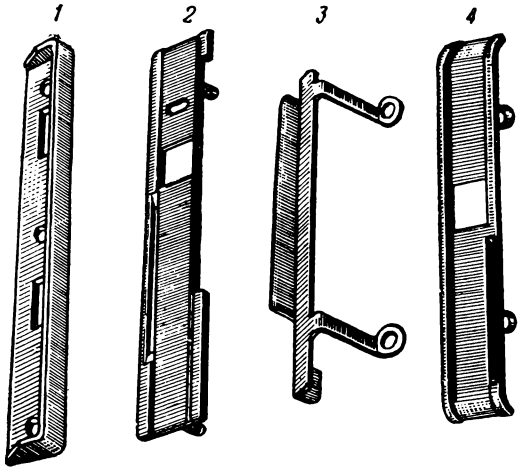


Рис. 542. Детали фильмового канала кинопроектора 16-ЗП

1 — неподвижный борт; *2* — основание — стальная пластинка, лежащая на поверхности корпуса фильмового канала; *3* — пружинный борт, определяющий положение фильма в фильмовом канале; *4* — прижимная рамка

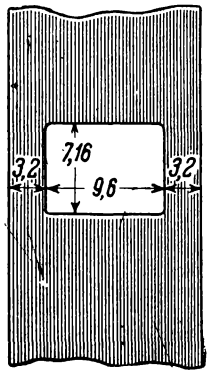


Рис. 543. Стандартные размеры кадрового окна

Допуски на размеры окна + 0,1 *мм*. Радиус закругления углов R = 0,5

рычажка, шарнирно укрепленного на корпусе грейферного механизма. Перемещение рычажка вниз соответствует перемещению основания фильмового канала вверх, и наоборот.

В целях предупреждения самопроизвольного перемещения из-за вибрации проектора во время работы основание фильмового канала прижимается к корпусу грейферного механизма двумя пружинными шайбами.

Основание фильмового канала перемещается от среднего положения вверх и вниз на 0,75 *мм*. Полное перемещение 1,5 *мм*.

Транспортирующий механизм

Прерывистое движение фильма в фильмовом канале проектора производится грейфером. Грейферный механизм состоит из следующих элементов (рис. 544): грейферной рамки *1*, кулачка *5* и фасонного диска *6*.

На грейферной рамке имеются три зубца *2*, расположенные в одном вертикальном ряду.

Такое расположение рассчитано на протягивание фильма с односторонней перфорацией.

Рамка грейфера может перемещаться в вертикальном направлении и поворачиваться на круглых направляющих грейфера *4*. При вращении вала грейфера кулачок, укрепленный на валу, опускает и подымает

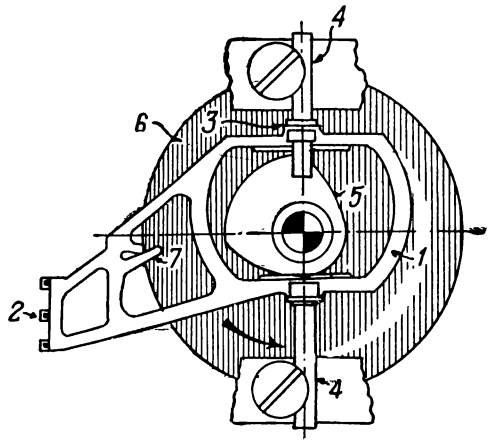


Рис. 544. Грейферный механизм кинопроектора 16-ЗП

1 — грейферная рамка; *2* — зубцы грейфера; *3* — втулка грейфера; *4* — направляющие скалки; *5* — кулачок; *6* — фасонный диск; *7* — пружинящие лапки грейфера

рамку грейфера на величину одного шага перфорации, причем между опусканием и подъемом рамки *1*, в крайних верхнем и нижнем положениях, рамка в течение некоторого времени остается неподвижной. Укрепленный вместе с кулачком на валу диск грейфера *6*, изогнутый край которого обхватывается двумя лапками рамки *7*, при вращении производит поворот рамки,

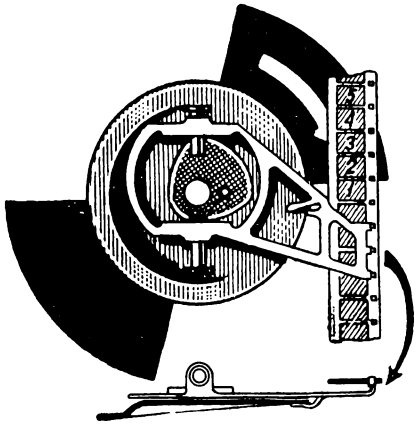


Рис. 545. Рабочий ход

Начальное положение грейфера — перемещение фильма на полный кадр вниз

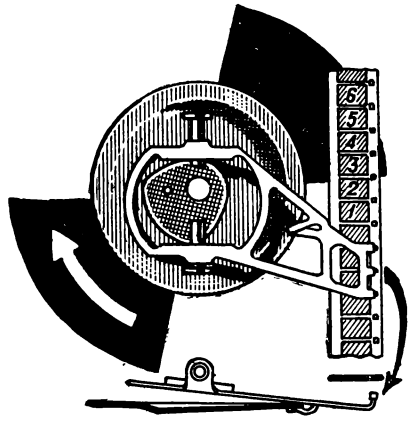


Рис. 546. Выход зубцов грейфера из перфорации

Фильм неподвижен

осуществляя таким образом горизонтальное движение зубцов. Совместным согласованным действием кулачка и диска за один оборот осуществляется полный цикл движения рамки, состоящей из четырех тактов:

1) рабочего хода (опускание рамки) (рис. 545);

2) выхода зубцов грейфера из перфорации (рис. 546);

3) холостого хода (подъема рамки) (рис. 547);

4) входа зубцов грейфера в перфорацию (рис. 548).

Фильм протягивается в течение первого такта, в течение последующих трех тактов остается неподвижным.

Таким образом за один оборот вала грейфера протягивается один кадр фильма.

Механизм грейфера с обеих сторон прикрыт крышками, предохраняющими детали грейфера от загрязнения.

В передней крышке помещены фетровые фитили, смазывающие трущиеся поверхности механизма.

На валу грейфера при помощи торцевой шпонки крепится фрикционный диск с плоским двухлопастным обтюратором. Положение обтюратора согласовано с механизмом грейфера таким образом, что обтюратор

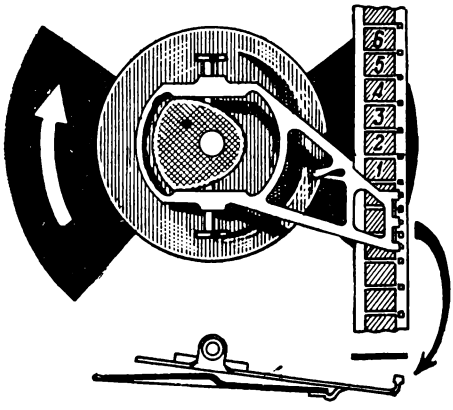


Рис. 547. Холостой ход
Подъем грейфера на полный кадр — зубцы вне перфорации — фильм неподвижен

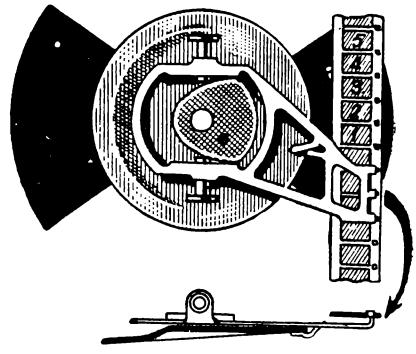


Рис. 548. Вход зубцов грейфера в перфорации
Начало цикла

одним из своих крыльев перекрывает световой пучок в период перемещения кадра. Второе крыло добавлено для увеличения частоты перерывов света, так как при 24 перерывах в секунду глаза зрителя утомляются от заметного мигания на экране. Кинематическая схема проектора показана на рис. 552.

Звуковой блок

По выходе из фильмового канала фильм попадает на ролик, который частично успокаивает пульсацию петли, вызванную прерывистым перемещением фильма в фильмовом канале, и огибает звуковой барабан, на котором удерживается прижимным фетровым роликом.

Звуковой барабан является местом «чтения» фонограммы фильма.

После звукового барабана фильм огибает ролик малого диаметра, на котором натяжение пленки незначительно; в этом месте образуется э л а с т и ч н а я п е т л я, смягчающая рывки, вызванные неточностью механизма, отклонениями в шаге перфорации фильма и работой наматывающего устройства.

Для еще большего сглаживания неравномерности движения фильма в месте «чтения» фонограммы применен м е х а н и ч е с к и й ф и л ь т р.

Механический фильтр или вращающийся стабилизатор представляет собой тяжелый маховик (рис. 549), насаженный на противоположный конец вала звукового барабана. Вал стабилизатора вращается в шариковых подшипниках и приводится во вращение только фрикционной связью фильма с звуковым барабаном. Благодаря инерции маховика стабилизатора неравномерности движения фильма, вызванные различного рода причинами, сглаживаются.

В кинопроекторах довоенного выпуска Одесского завода Кинап вместо обыкновенного маховика (механического фильтра) применялся гидравлический стабилизатор (рис. 550).

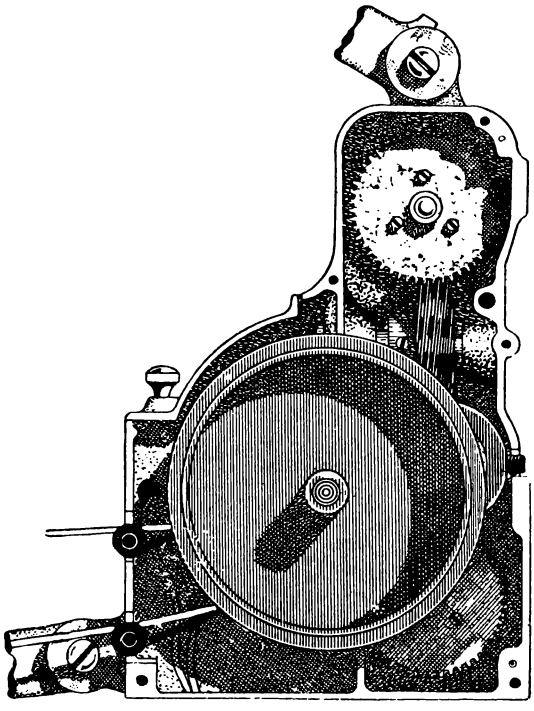


Рис. 549. Маховик стабилизатора 16-ЗП

Кожух стабилизатора *1* представляет собой герметически закрытую цилиндрическую коробку, насаженную на втулку наглухо. На той же втулке внутри кожуха посажен маховик *2* с укрепленным

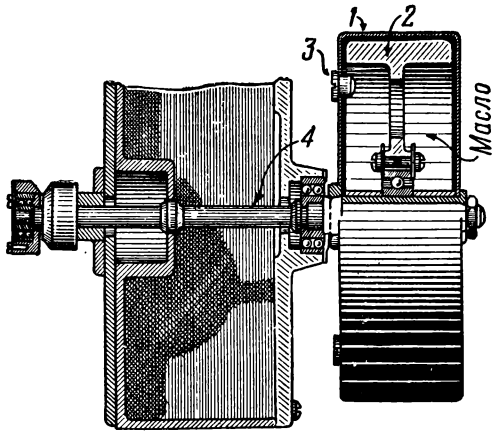


Рис. 550. Гидравлический стабилизатор
1 — кожух; *2* — маховик; *3* — пробка; *4* — вал

на нем шарикоподшипником. Между кожухом и маховиком имеется небольшой зазор. Все свободное пространство внутри кожуха заполнено маслом, заливаемым через пробки в крышке кожуха. Стабилизатор установлен на противоположном конце вала звукового барабана и приводится во вращение фильмом. Благодаря наличию вязкого трения кожух увлекает за собой тяжелый внутренний маховик, и система вращается как одно целое.

Нарушение равномерного движения пленки в звуковом блоке вызывает изменение скорости вращения звукового барабана и связанного с ним кожуха стабилизатора, вследствие чего вращение кожуха стабилизатора будет ускоряться или замедляться. Одновременно внутренний тяжелый маховик стабилизатора обладает значительно большей инерцией, чем кожух, и будет стремиться сохранить свою скорость вращения; связанный с наружным кожухом масляной прослойкой маховик будет ускорять или замедлять вращение кожуха, а значит и звукового барабана и фильма, связанного с ним фрикционной связью.

Стабилизатор должен легко и плавно вращаться.

После прохождения пленки через звуковой барабан последний должен вращаться по инерции (при прижатом фетровом ролике) не менее 45 секунд.

Если время вращения меньше указанной величины, то это свидетельствует о недостаточной легкости вращения стабилизатора, что может вызвать искажения при звуковоспроизведении.

Обращаться со стабилизатором следует очень осторожно, так как незначительная погнутость, вмятина или другое, самое незначительное механическое повреждение приводят к потере стабилизатором фильтрующих свойств, что вызывает сильные искажения при звуковоспроизведении.

Кронштейны

Верхний кронштейн *1* снабжен зубчатой передачей *2* для ручной перемотки фильма с нижней бобины на верхнюю (рис. 551).

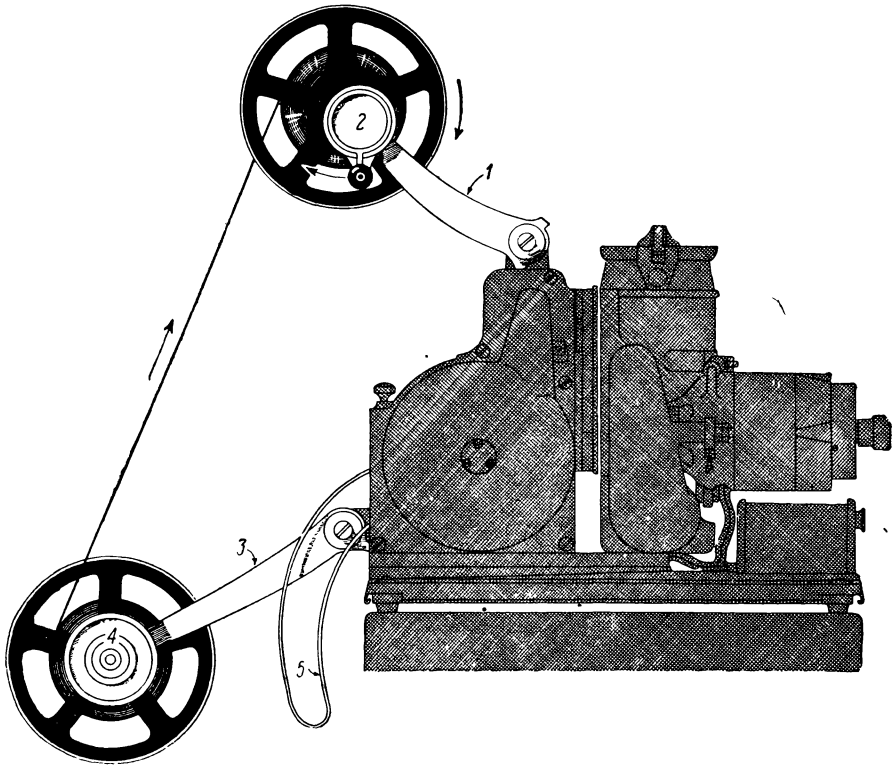


Рис. 551. Кронштейны и перематывающее устройство кинопроектора 16-ЗП

1 — верхний кронштейн; *2* — зубчатая передача перематывателя; *3* — нижний кронштейн; *4* — ступенчатый шкив; *5* — пружинный пассик; при работе с малой бобиной (120 *м*) пружинный пассик надевается на малую ступень шкива, при работе с большой бобиной (500 — 600 *м*) — на большую

Нижний кронштейн *3* имеет ступенчатый шкив *4*. При работе с малой (120 *м*) бобиной пружинный приводной пассик *5* надевается на малую ступень, а при работе с большими (на 500—600 *м*) бобинами—на большую

ступень. Уменьшение оборотов принимающей бобины наматывателя по мере увеличения рулона получается благодаря проскальзыванию (буксованию) пассика по шкиву.

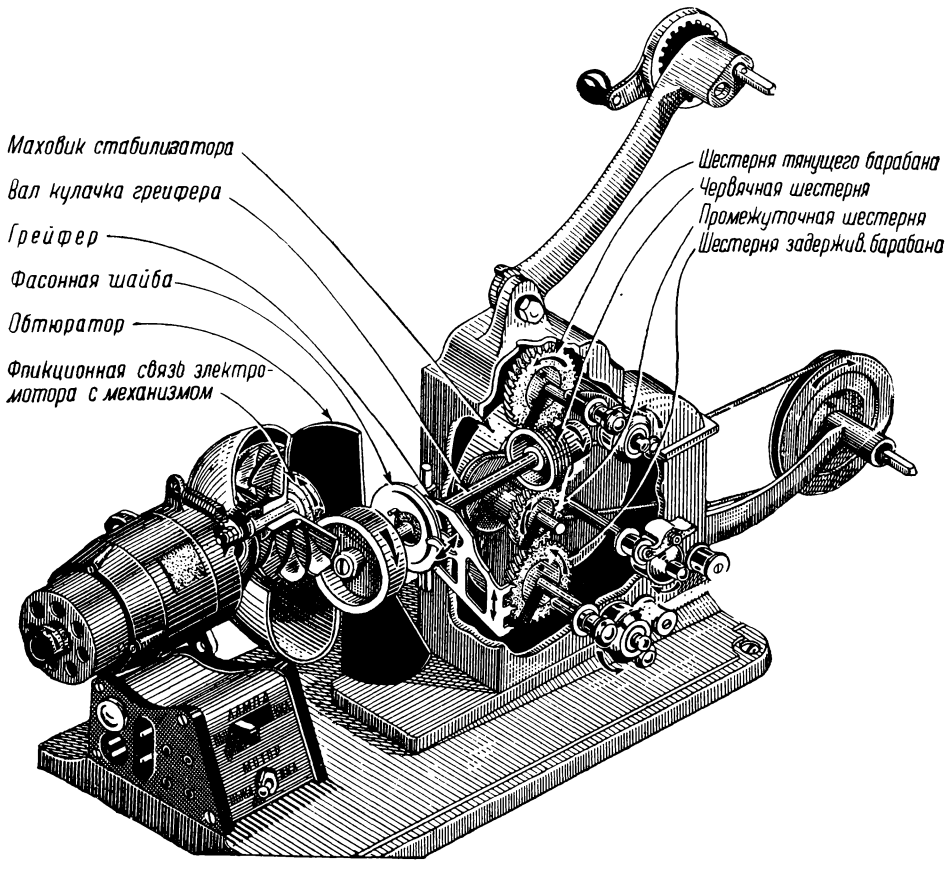


Рис. 552. Кинематическая схема кинопроектора 16-ЗП

Для предотвращения разматывания по инерции фильма с бобины, установленной на верхнем кронштейне, ось бобины тормозится спиральной пружиной.

Место посадки бобин имеет квадратное сечение (8×8 *мм*) с конусами для облегчения насадки бобин. Шариковые затворы обеспечивают быстрый съем бобин и надежное крепление их на осях.

Механизм передач

Механизм передач кинопроектора 16-ЗП (рис. 552) состоит из одной червячной и трех винтовых шестерен.

Червячная шестерня сидит на одном валу с кулачком грейфера и обтюратором. Вал приводится во вращение от электромотора через фрикционную связь.

Между червячной шестерней и шестерней задерживающего (нижнего) барабана находится промежуточная шестерня.

Все шестерни имеют спиральные зубья, изготовлены из текстолита и смонтированы на металлических фланцах (рис. 553).

Верхняя и нижняя шестерни имеют по 60 зубцов. Передаточное отношение вала грейфера к валам зубчатых барабанов 12 : 1, т. е., когда вал грейфера делает 12 оборотов, барабан делает только 1 оборот.

Фланец промежуточной шестерни является одним целым со шкивом для пружинного пассика (рис. 554), приводящего во вращение наматыватель.

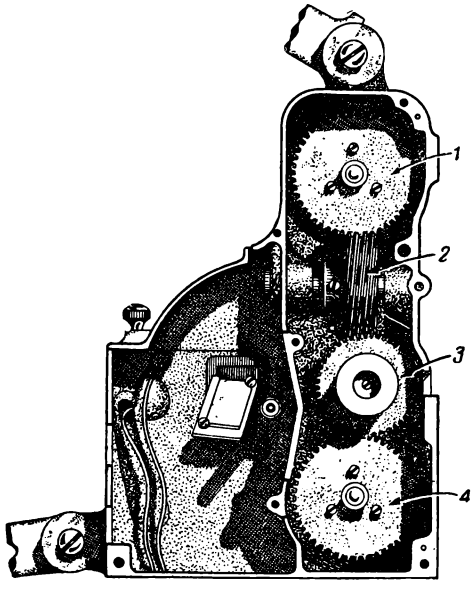


Рис. 553. Механизм передач кинопроектора 16-3П

1 — шестерня тянущего барабана; *2* — червячная шестерня; *3* — промежуточная (паразитная) шестерня; *4* — шестерня задерживающего барабана

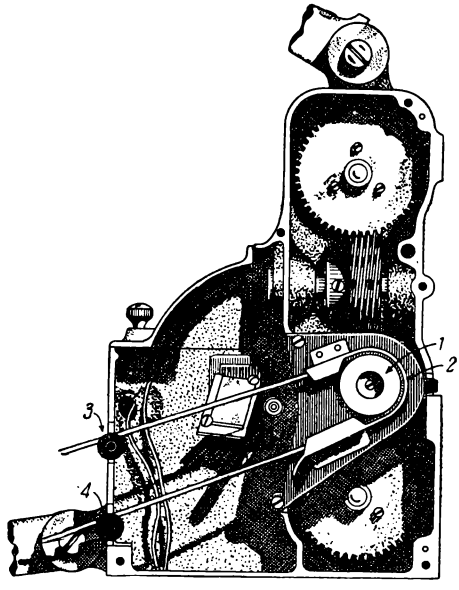


Рис. 554. Привод наматывателя кинопроектора 16-3П

1 — шкив наматывателя, представляющий одно целое с промежуточной шестерней; *2* — пассикопровод; *3* — верхний ролик; *4* — нижний ролик

Для замены или перестановки пассика после исправления необходимо снять малую крышку картера. После того как пассик просунут внутрь картера над нижним роликом *4*, конец пассика выводится в пассикопровод *2*. Пассик проталкивается через пассикопровод и шкив и конец выводится наружу над верхним роликом *3*, после чего концы пассика соединяют.

Светооптическая система

Схема светооптической системы кинопроектора 16-3П показана на рис. 555.

Слева от лампы находится сферический рефлектор, а по другую сторону — двухлинзовый конденсор. Цоколь проекционной лампы Ф-42 и патрон сконструированы так, что лампа может устанавливаться только в одном положении — цоколем вверх.

Во время работы лампа обдувается снизу воздухом посредством крыльчатки, насаженной на вал электродвигателя проектора. Без воздушного охлаждения лампа быстро выходит из строя, так как стеклянный баллон лампы расплавляется.

Лампа типа К-15 питается переменным током 110 вольт и потребляет 750 ватт. Полный световой поток, отдаваемый лампой, составляет 17 000 люмен.

Следовательно, светоотдача лампы составляет: $\frac{17000}{750} \simeq 23 \frac{лм}{вт}$.

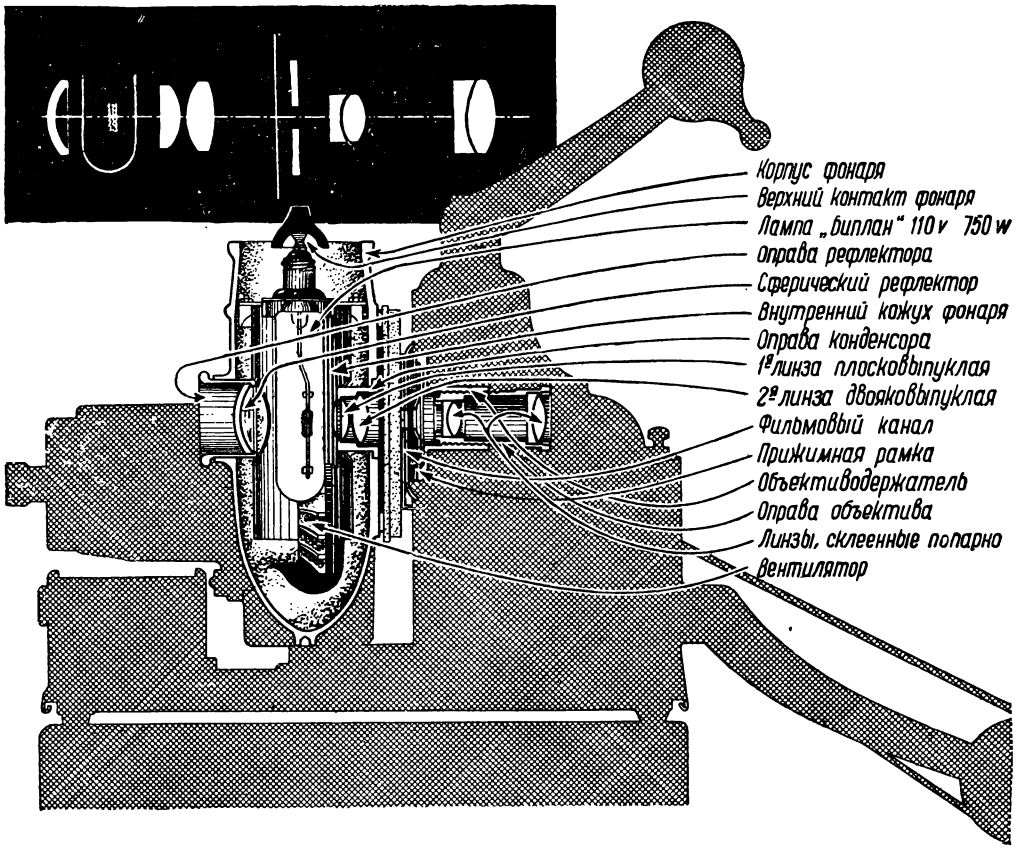


Рис. 555. Светооптическая система кинопроектора 16-ЗП

Нить лампы расположена в двух плоскостях, т. е. двумя рядами по четыре спирали в каждом ряду так, что один ряд находится в промежутке между спиралями другого ряда.

Лампы этого типа — «биплан» — имеют повышенную яркость. В проекторе 16-ЗП может также применяться лампа «Биплан» К-14 — 500 ватт, дающая несколько сниженный световой поток.

Двухлинзовый конденсор заключен в общей оправе и легко вынимается из корпуса фонаря.

Проекционный объектив состоит из четырех попарно склеенных линз — двояковыпуклой и плоско-выпуклой — и по системе является а п л а н а т о м.

Главное фокусное расстояние объектива 50 *мм*. Относительное отверстие объектива 1 : 1,65. Новые объективы выпускаются с $F = 35$ *мм*.

Оправа объектива допускает установку его только большими по размеру линзами в сторону экрана.

Выверка осветителя. Так как проекционная лампа снабжена цоколем, юстированным относительно светящегося тела лампы, дополнительной регулировки положения лампы в фонаре не требуется. Сняв верхний контакт фонаря, вставляют лампу в фонарь так, чтобы выступы на юстировочном фланце цоколя попали в пазы патрона (рис. 556). Из трех выступов на фланце цоколя—один шире других; это обеспечивает правильную установку лампы в одном определенном положении. После установки лампы верхний контакт устанавливается на свое место.

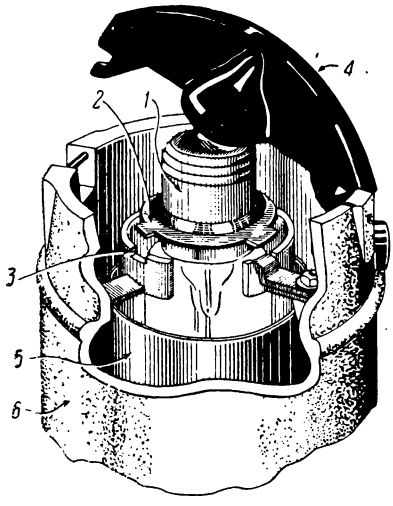


Рис. 556. Установка в фонарь проектора 16-ЗП проекционной лампы «Биплан» с цоколем Ф-42 (110×750)

1 — цоколь; *2* — фланец цоколя; *3* — пазы; *4* — съемная контактная перемычка; *5* — стальной цилиндрический экран; *6* — корпус фонаря

Равномерность освещения экрана регулируется вращением оправы зеркального отражателя и перемещением ее вдоль оптической оси. Так как центр отражателя несколько смещен относительно центра оправы, можно, вращая оправу и передвигая ее ближе или дальше от лампы, добиться такого положения, когда изображение отраженных нитей расположится в промежутках нитей лампы. Такому положению соответствует наибольшая равномерность освещения экрана.

Обтюратор. Обтюратор — дисковый, двухлопастный. Регулировке обтюратор не поддается; его правильное положение определяется установочным штифтом, запрессованным в кулачке грейферного механизма. В течение секунды обтюратор перекрывает пучок света 48 раз, расположен между конденсором и фильмовым каналом.

Звукооптическая система

Схема звукооптической системы кинопроектора 16-ЗП показана на рис. 557.

Звуковая лампа *1* К-1 питается переменным током высокой частоты порядка 60 тыс. герц от лампового генератора, смонтированного внутри корпуса усилителя. К лампе подводится напряжение 4 вольта 3 ватта. Светоотдача звуковой лампы 8 люмен на ватт. Лампа имеет небольшие размеры и круглый баллон; нить — спиральная. Цоколь — Сван малый одноконтактный (1С-15).

Цилиндрические линзы *2* заключены в тубус и расположены в последовательности, показанной на рис. 558. Две первые линзы от лампы рисуют штрих по длине с уменьшением в 1,4 раза; последняя — цилиндрическая — линза рисует на фонограмме нить лампы по ее толщине с уменьшением в 11,5 раза. Таким образом на фонограмме получается световой штрих размером $1{,}65 \times 0{,}015$ *мм*.

Посредством цилиндрических линз можно получить изображение светящегося предмета с различным увеличением или уменьшением по высоте и ширине. Если взять систему цилиндрических линз, расположенных так, как показано на рис. 558, то две первые линзы № 1 и 2 дадут изображение по длине предмета, так как в горизонтальном разрезе они представляют собой плоско-выпуклые собирающие линзы; последняя линза № 3 будет давать изображение по высоте предмета, так как в вертикальном разрезе она представляет собой собирающую линзу (взаимно перпендикулярные разрезы цилиндрических линз на рис. 558 заштрихованы). Перед каждой цилиндрической линзой находится непрозрачная перегородка (см. рис. 557) с вырезанным отверстием — диафрагма *3*, ограничивающая пучок лучей, падающих на линзу.

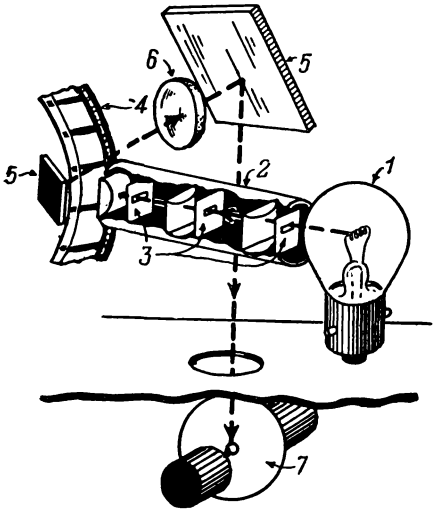


Рис. 557. Схема звуковой оптики кинопроектора 16-ЗП

1 — звуковая лампа; *2* — цилиндрическая оптика; *3* — диафрагма; *4* — фонограмма; *5* — плоское зеркало; *6* — собирающая линза; *7* — фотоэлемент ЦГ-3

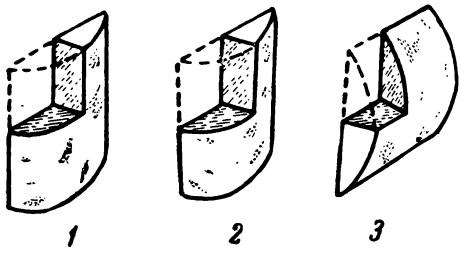


Рис. 558. Цилиндрические линзы звуковой оптики 16-ЗП

1,2 — линзы дают увеличение по ширине; *3* — линза дает увеличение по высоте

В отличие от звукооптической системы кинопроектора К-25 в узкопленочном проекторе нет ни механической щели, ни микрообъектива, ни конденсора; световой штрих получается не изображением механической щели, а изображением на фонограмме нити лампы.

Впереди тубуса с цилиндрическими линзами (рис. 557) на звуковом барабане проходит фильм *4*. Прошедший сквозь фонограмму пучок света падает на плоское зеркало *5*; отразившись от него, лучи преломляются на 90° и направляются в собирающую линзу *6*, служащую конденсором для фотоэлемента. Собранные конденсором лучи отражаются плоским зеркалом *5* и направляются на фотоэлемент *7*. Патрон с лампочкой и оправа с цилиндрическими линзами зажимаются в хомутиках откидного кронштейна.

Благодаря применению тока высокой частоты (60 тыс. герц) для питания звуковой лампы почти полностью исключается фон переменного тока.

Для регулировки (юстировки) светового штриха цилиндрическая оптика и патрон лампочки могут поворачиваться и перемещаться вдоль своих осей. Кроме того, патрон лампочки благодаря шаровой поверхности на своем корпусе может еще качаться во всех направлениях. Один проводник от панели электроуправления подводится к внутреннему изолированному контакту патрона, второй присоединен к корпусу проектора.

Таким образом проектор через проводник звуковой лампочки и усилитель заземляется, вследствие чего киномеханик, обслуживающий проектор, ограждается от поражения током в случае замыкания на корпус.

На наклонной площадке корпуса переднего подшипника вала звукового барабана укреплено зеркало, отражающее в сторону вала звукового барабана световой пучок, прошедший сквозь фонограмму.

На внешней стенке картера укреплен держатель линзы и большого зеркала. Отраженный малым зеркалом пучок собирается линзой и отражается большим зеркалом вниз к фотоэлементу через отверстие в проекторе и усилителе.

Откидной кронштейн дает доступ к часто загрязняющимся поверхностям оптики.

Кронштейн поворачивается на двух центрах, укрепленных в приливах картера, и фиксируется на картере зажимным винтом.

Регулировка светового штриха по фонограмме производится при помощи установочного винта на кронштейне.

Фотоэлемент находится в усилителе, на который устанавливается проектор. Пучок света, направленный на фотоэлемент, проходит через отверстие в дне проектора и через отверстие в кожухе усилителя. Эти отверстия находятся одно над другим и при правильной установке совпадают.

Фокусировка звуковой оптики. Для фокусировки звуковой оптики нужно снять проектор с усилителя. У отверстия в дне проектора, через которое лучи проходят на фотоэлемент, помещается лист писчей бумаги. Звуковая лампа закрепляется так, чтобы видимое на бумаге светлое пятно было наиболее ярким и правильной бочкообразной формы.

Тубус с цилиндрическими линзами можно установить с помощью контрольной фонограммы с частотой 6000 герц, записанной на узкой пленке. Заложив кольцо контрольного фильма в проектор, включают звуковую лампу и медленно вращают кинопроектор за рукоятку вала мотора, наблюдая за отражением фонограммы на листе бумаги. Перемещением тубуса с цилиндрической оптикой можно добиться правильной смены света и теней без видимых полос. При наличии контрольного фильма можно устанавливать тубус с цилиндрической оптикой, пропуская фильм при включенной установке. Наилучшей установке тубуса соответствует получение звука высокого тона наибольшей громкости.

Нужно иметь в виду, что тубус с цилиндрическими линзами установлен заводом с большой точностью. Правильная установка тубуса требует большого навыка и умения, поэтому без крайней необходимости нарушать заводскую установку тубуса с цилиндрической оптикой не рекомендуется.

Положение штриха по середине фонограммы выверяется пропуском контрольного фильма с записью «Маяк». Правильное положение светового штриха соответствует отсутствию звука при пропуске фонограммы с двумя записями по краям затемненной звуковой дорожки. Регулировка производится перемещением фетрового ролика вдоль звукового барабана.

Звуковой барабан и фетровый ролик. Просвечивание фонограммы, как уже говорилось выше, производится на звуковом барабане. Одним из факторов, влияющих на качество звуковоспроизведения фонограммы, является степень равномерности движения фильма, которая зависит в свою очередь от легкости вращения звукового барабана, почему вал последнего связан с маховиком и установлен на двух шарикоподшипниках.

Передний шарикоподшипник установлен во втулке, укрепленной на картере, задний — в крышке картера.

Ширина барабана меньше ширины фильма, так что фонограмма фильма свисает за край барабана, благодаря чему звукочитающий световой пучок может пройти сквозь фонограмму.

Внутри барабана сделана выемка, образующая полость, куда входит втулка с шарикоподшипником.

Для получения достаточного сцепления между барабаном и фильмом последний прижимается к барабану фетровым роликом (рис. 559).

Ролик составной: корпус и реборда *1* стальные, а средняя часть ролика *2*, непосредственно соприкасающаяся с фильмом, набрана из фетровых шайб. В корпус ролика запрессованы две втулки, служащие подшипниками. Ролик вращается на оси *3*, укрепленной в откидной державке *4*, прижимаемой спиральной пружиной к барабану. Державка вместе с роликом может перемещаться вдоль гладкого барабана, что необходимо для установки правильного положения фильма относительно других элементов тракта. Положение державки фиксируется гайкой и контргайкой.

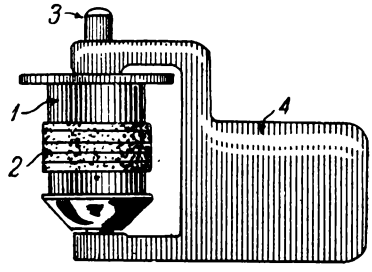


Рис. 559. Фетровый ролик

1 — корпус и реборда ролика; *2* — фетровые шайбы; *3* — ось ролика; *4* — державка ролика

При закладывании фильма на гладкий барабан ролик отводится от барабана нажимом пальца на лапку державки.

Передний торец барабана и передняя реборда ролика имеют конусы для удобства зарядки фильма.

Ролик упругой петли, поддерживающий, демпфирующий ролик. Между звуковым барабаном и зубчатым подающим барабаном установлен небольшого диаметра стальной ролик с запрессованными в его корпус двумя подшипниками.

Фильм, огибая ролик, образует упругую петлю, компенсирующую неровности движения фильма, происходящие вследствие разности в шагах зубцов барабана и перфорации фильма, неровности намотки, неточности изготовления элементов передачи и пр.

Ролик вращается на стальной оси, запрессованной в картер.

Такой же ролик установлен между фильмовым каналом и звуковым барабаном, но здесь его роль сводится только к поддержке петли и гашению пульсаций от прерывистого движения в фильмовом канале.

После подающего зубчатого барабана, по ходу фильма, на картере установлено еще два ролика, из которых первый вращается на оси, укрепленной в качающейся державке, второй — на оси, запрессованной в картер.

Первый, так называемый демпфирующий ролик под действием пружины, находящейся внутри картера, прижимает фильм книзу. При увеличении натяжения фильма ролик отклоняется фильмом вверх, растягивая при этом пружину. Таким образом демпфирующий ролик частично поглощает колебания в натяжении фильма, происходящие от неравномерности намотки, тем самым предотвращая колебания скорости движения фильма в звукоблоке.

Второй ролик поддерживает фильм, предохраняя его от соприкосновения с основанием проектора.

Конструкция обоих роликов принципиально не отличается от конструкции придерживающих роликов зубчатых барабанов.

Электрооборудование

Электрическая схема проектора показана на рис. 560.

Так как проекционную лампу можно включить лишь одновременно с обдувом, электрическая схема предусматривает возможность включения проекционной лампы только одновременно с электродвигателем (блокировка).

Как видно из схемы, левый переключатель управляет электродвигателем, а правый — проекционной лампой. На проекторе выключатель проекционной лампы находится вверху, а выключатель мотора — внизу. Для удобства зарядки фильма непосредственно на проекторе установлена лампа рабочего освещения 110 вольт 8 или 15 ватт («Пилот»).

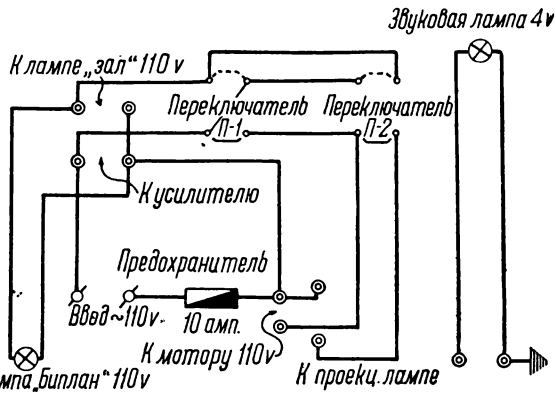


Рис. 560. Электрическая схема проектора 16-ЗП

Электродвигатель кинопроектора — асинхронный, однофазный, рассчитанный на работу от переменного тока напряжения 110 вольт 50 пер/сек.; число оборотов в минуту 2880.

Вал ротора вращается в двух подшипниках, запрессованных в крышки (рис. 561). На переднем конце вала закреплен вентилятор и резиновый шкивок фрикционной передачи, на заднем конце укреплена ручка, позволяющая при выключенном электродвигателе поворачивать проектор от руки.

На задней крышке электродвигателя (мотора) смонтирован автоматический размыкатель пусковой обмотки (рис. 562), закрытый съемной предохранительной крышкой.

При невращающемся моторе пружинные контакты размыкателя пусковой обмотки *3*, укрепленные на текстолитовой пластинке, сомкнуты — пусковая обмотка включена.

При пуске мотора после достижения 2000—2500 оборотов в минуту грузики *1* (рис. 563) под действием центробежной силы расходятся, перемещая при этом на валу мотора конус *2*, разъединяющий контакты; контакты *3* расходятся, выключая пусковую обмотку.

При остановке мотора пусковая обмотка автоматически включается (рис. 564) — контакты *3* сомкнуты.

Мотор своими тремя лапами установлен на шпильки, ввернутые в приливы фонаря. Шпилька нижней лапы мотора (рис. 565) является осью, вокруг которой мотор может поворачиваться на небольшой угол.

Спиральная пружина *2*, укрепленная одним концом на фонаре, стремится повернуть мотор, чем обеспечивается постоянный прижим шкива мотора к шкиву, укрепленному на валу грейфера.

Ограничителем прижима служит винт, упирающийся в шпильку на левой лапе мотора.

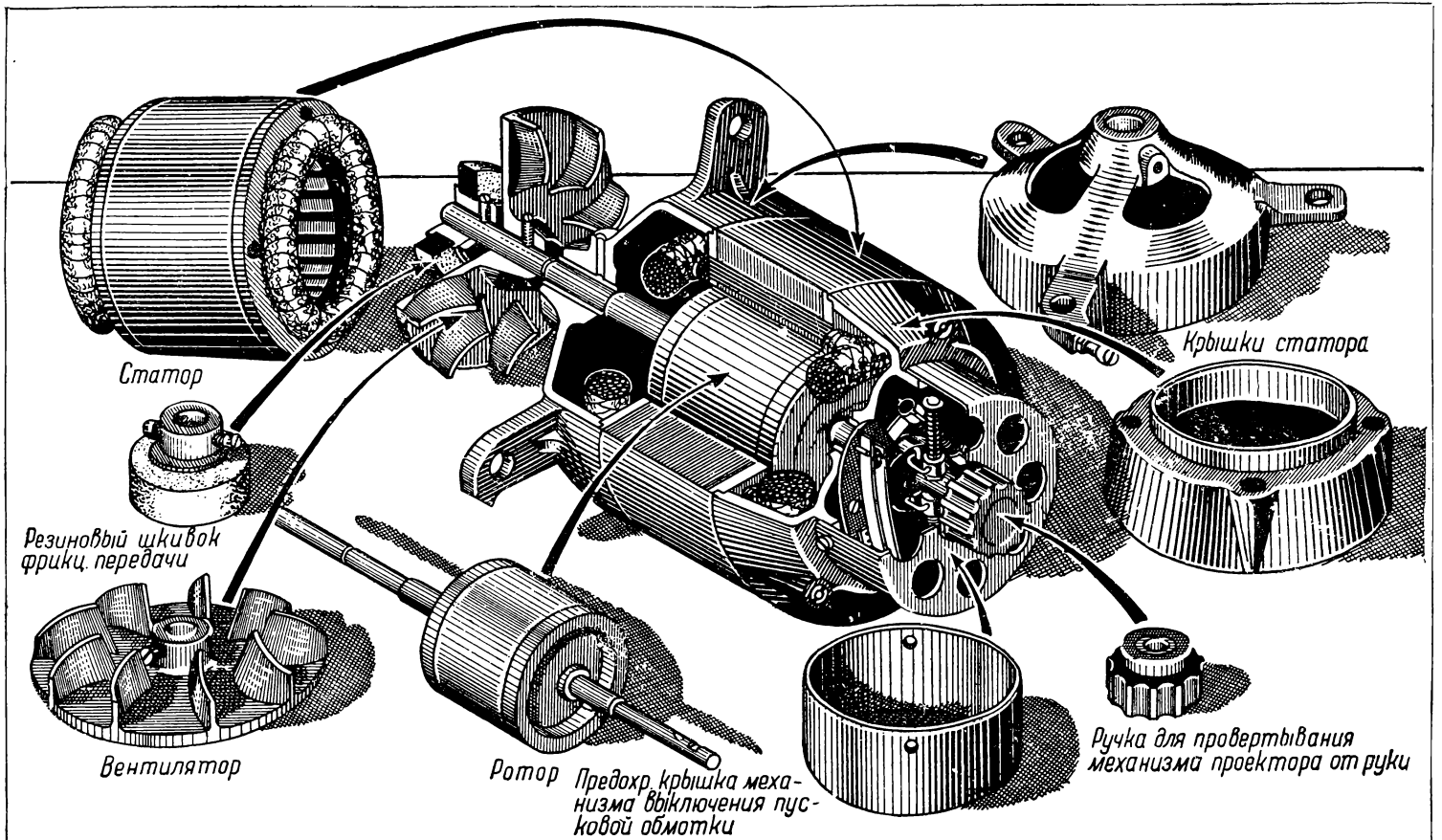


Рис. 561. Электромотор однофазный асинхронный, 40 ватт, 2880 оборотов кинопроектора 16-3П

Пружина, прижимающая мотор, создает значительно большее усилие, чем это необходимо для фрикции, почему нажим нужно ограничивать винтом до минимальной величины, при которой нормально работает механизм проектора.

Излишний нажим на фрикционной передаче увеличивает нагрузку мотора, а также создает излишнее трение в подшипниках, ускоряющее износ.

Недостаточный прижим вызывает буксование, истирание резинового шкива электродвигателя и замедленное вращение механизма проектора.

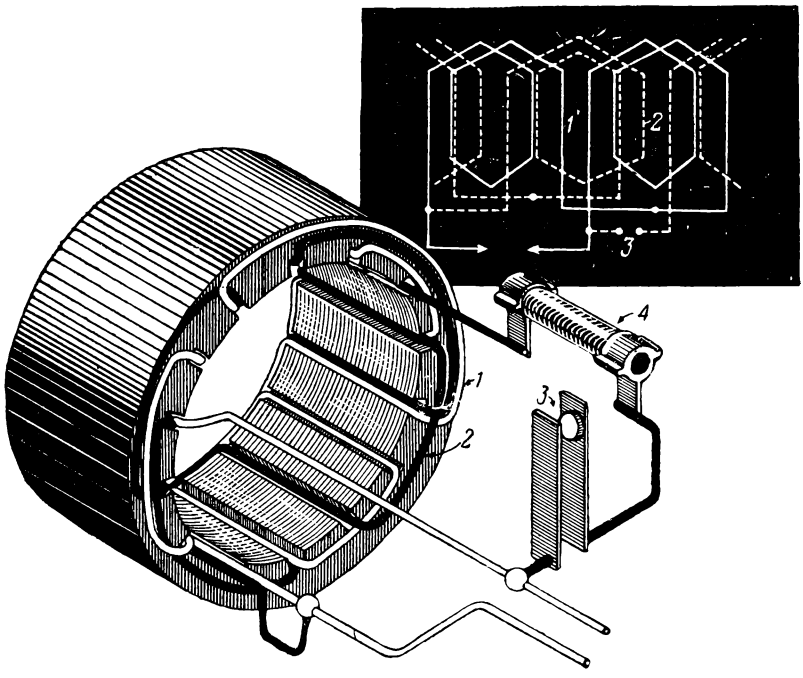


Рис. 562. Схема обмотки статора электромотора 16-ЗП и устройства размыкателя пусковой обмотки

1 — рабочая обмотка; *2* — пусковая обмотка; *3* — размыкатель пусковой обмотки; *4* — сопротивление в цепи пусковой обмотки

Передаточное отношение фрикционной передачи от мотора к механизму проектора 1:2, т. е. вал грейфера делает 1440 оборотов в минуту, или 24 оборота в секунду.

На рис. 566 показано коммутационное устройство проектора 16-ЗП-6.

Подшипники электродвигателя — бронзографитные и смазываются трансформаторным маслом через специальные трубки-масленки.

На валу электродвигателя укреплен диск вентилятора с лопатками (крыльчатка). Воздух, всасываемый вентилятором, охлаждает проекционную лампу.

Если проектор при включении электродвигателя не вращается, он должен быть немедленно выключен.

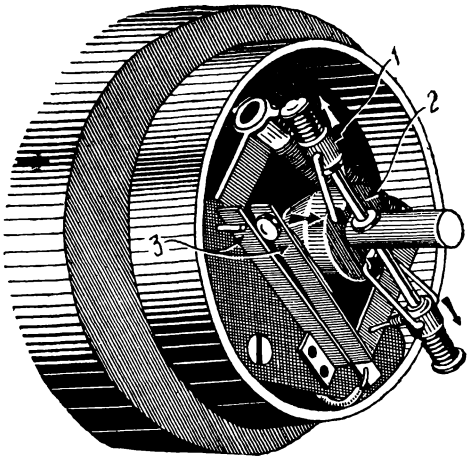


Рис. 563. Схема механизма выключения пусковой обмотки электромотора после достижения нормального числа оборотов ротора

1 — грузики; *2* — конус, перемещающийся под действием грузиков; *3* — контактные пластинки, размыкающие пусковую обмотку

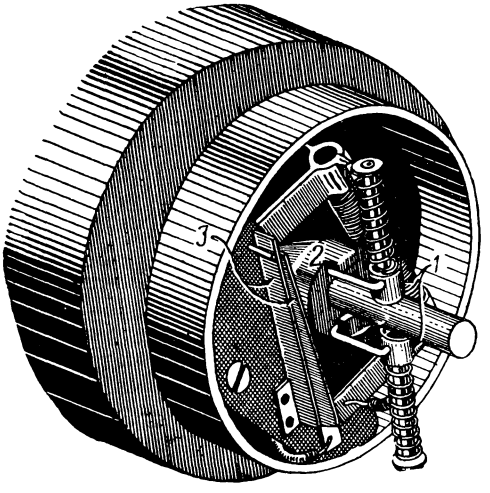


Рис. 564. Пусковая обмотка включена во время остановки мотора

1 — грузики прижимаются пружинками к валу ротора; *2* — конус широкой частью упирается в контактные пластинки, замкнув их между собой; *3* — контактные пластинки сомкнуты — пусковая обмотка включена

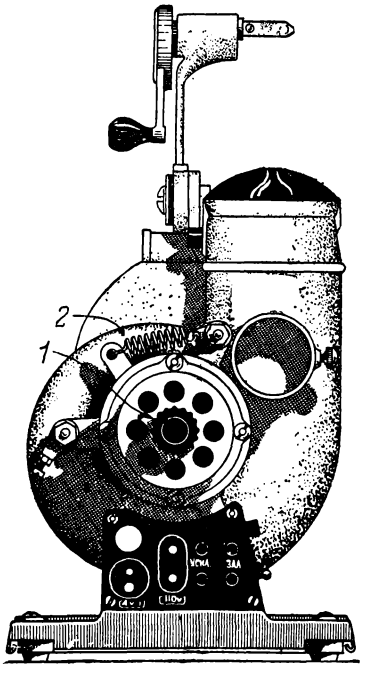


Рис.565. Вид кинопроектора 16-ЗП-6 со стороны электромотора

1 — ручка на валу мотора для проворачивания механизма проектора от руки; *2* — пружина, обеспечивающая фрикционную связь мотора с механизмом проектора

Для разгрузки мотора в момент пуска он отводится влево и фрикционная связь мотора с проектором разрывается. По достижении нормального числа оборотов мотор освобождается и фрикционная связь с проектором восстанавливается

Подобные случаи имеют место при недостаточном сечении проводов питающей сети, когда включение мощной проекционной лампы и электродвигателя вызывает значительное падение напряжения в питающей сети (ниже 100 вольт), особенно в момент пуска.

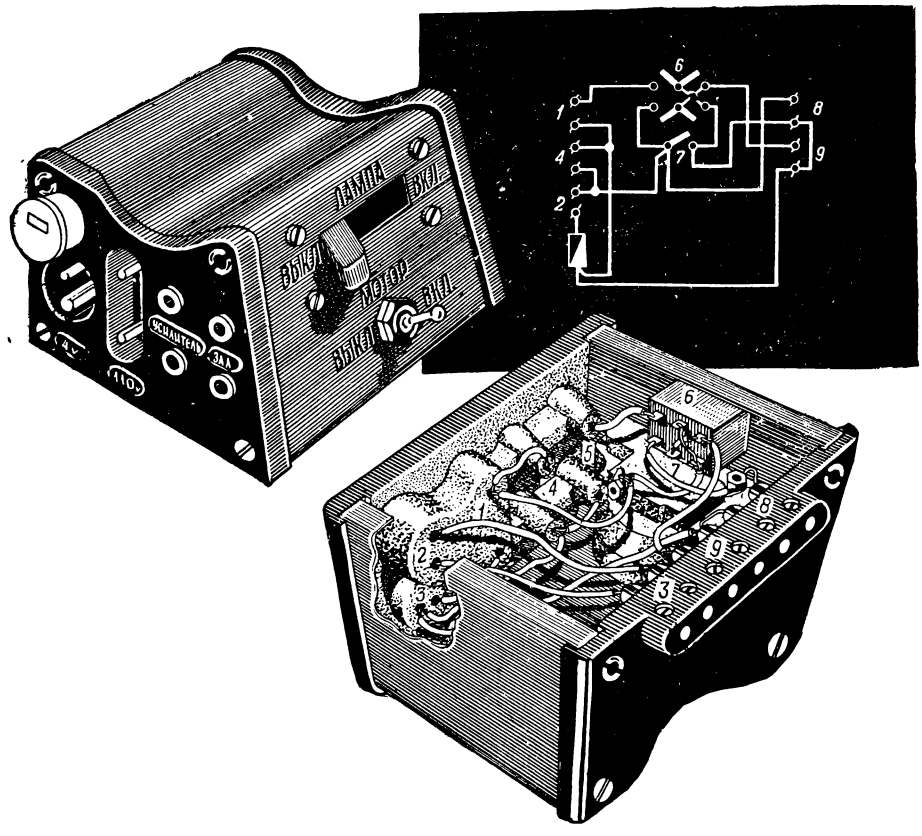


Рис. 566. Коммутационное устройство кинопроектора 16-3П-6

1 — сеть 110 вольт; *2* — предохранитель; *3* — звуковая лампа; *4* — усилитель; *5* — зал; *6* — переключатель проекционной лампы; *7* — выключатель мотора; *8* — контакты питания мотора; *9* — контакты питания проекционной лампы

Электрические данные электродвигателя

Сила тока при пуске	10 *а*
Сила тока во время работы	1,2 *а*
Потребляемая электрическая мощность	132 *вт*
Сопротивление рабочей обмотки в нагретом состоянии	13,6 ома
Сопротивление цепи пусковой обмотки (пусковая обмотка и проволочное сопротивление) .	15,6 ома

Так как асинхронный электродвигатель в момент пуска требует значительную силу тока (около 10 ампер), понижение напряжения вызывает уменьшение начального пускового момента; поэтому обороты ротора будут недостаточными для выключения пусковой обмотки, что может привести к сгоранию обмотки, если электродвигатель не будет выключен немедленно.

Поэтому рекомендуется электродвигатель пускать в ход не под нагрузкой, а вхолостую. Для этого необходимо легким нажимом руки на корпус сначала несколько отвести электродвигатель в сторону (т. е. разъединить фрикционное сцепление между шкивом электродвигателя и проектором), включить электродвигатель и через 2—3 секунды по достижении нормального числа оборотов (2880 об/мин.) снять руку с корпуса, тем самым восстановив фрикционное сцепление электродвигателя с механизмом проектора.

После пуска проектора в ход можно включить проекционную лампу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем основные преимущества узкопленочного кино перед широкопленочным?
2. Чем отличается звуковая узкопленочная фильмокопия от немой?
3. Как производится склейка узкопленочного фильма по нормам ОСТ и какой клей применяется для узкой пленки?
4. Назовите основные технические данные звукового узкопленочника 16-ЗП-6.
5. Как производится зарядка узкопленочной фильмокопии в проектор?
6. Какие функции выполняет в проекторе тянущий барабан и какие функции задерживающий? Чем эти барабаны различаются между собой?
7. Как производится перевертывание или замена зубчатого венца в барабане?
8. Как устроен фильмовый канал кинопроектора 16-ЗП?
9. Как работает в проекторе 16-ЗП механизм прерывистого движения фильма?
10. Как устроен звуковой блок в проекторе 16-ЗП-6 и на каком принципе работает масляный стабилизатор?
11. Как сообщается вращение от электродвигателя зубчатым барабанам, автонаматывателю и как сообщается движение грейферному механизму?
12. Назовите элементы, входящие в светооптическую систему проектора 16-ЗП, и расскажите, как они устроены.
13. Как устанавливается равномерное и наибольшее освещение экрана?
14. Расскажите последовательно весь путь прохождения лучей света от звуковой лампы до фотоэлемента.
15. Как производится фокусировка звуковой оптики?
16. Как связано между собой включение электродвигателя и проекционной лампы?
17. Как устроены автоматическое включение и выключение пусковой обмотки электродвигателя проектора 16-ЗП?
18. Каким способом разгружается электродвигатель в момент пуска?

Глава 61

УСИЛИТЕЛЬ ПУ-12

Кинопроектор 16-ЗП комплектуется усилителем ПУ-12.

В комплект усилительного устройства ПУ-12 входят: а) усилитель в отдельном чемодане, б) громкоговоритель ДАТ-4, смонтированный в чемодане ДЧ-1, в) автотрансформатор типа КАТ-7, КАТ-7а или КАТ-9, г) соединительные шнуры.

Усилитель ПУ-12 конструктивно оформлен в виде подставки для узкопленочного проектора 16-ЗП и собран на шасси-основании (рис. 567), закрываемом кожухом.

На лицевой панели усилителя имеются три рукоятки: левая—«реостат накала звуковой лампы»; средняя — «тонконтроль низких частот»; правая — «регулятор громкости».

На боковой стенке шасси размещены две панели: панель 110 вольт для включения сети; панель «ЛП» (звуковая лампа просвечивания). На

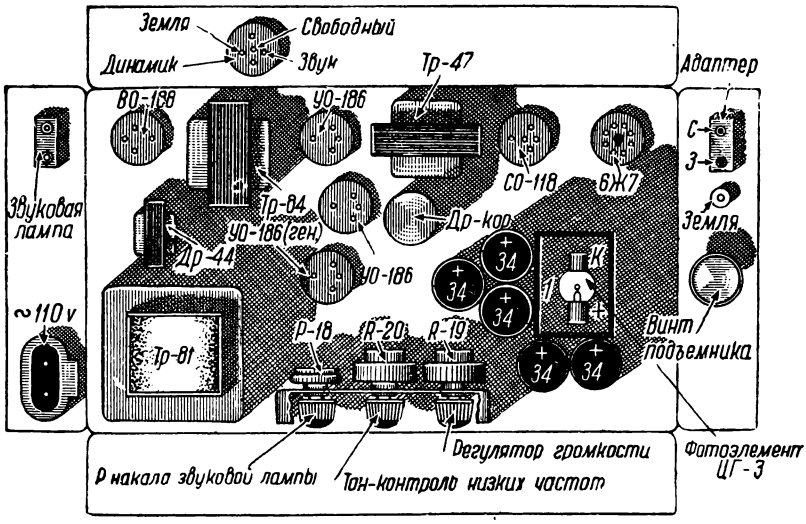


Рис. 567. Развертка шасси усилителя ПУ-12 с расположением деталей ламп и элементов коммутаций

другой боковой стенке шасси размещены: клемма «Земля»; гнезда «Адаптер» для включения вилки шнура адаптера; гайка с накатанной головкой подъемного механизма, служащего для установки проекции по экрану. На боковой стороне шасси замонтирована панель «Динамик», в которую вставляется колодка шнура громкоговорителя.

Кожух-экран крепится к шасси посредством замков-крючков. На кожухе сверху закреплена ременная ручка для переноски усилителя. Кроме того, на кожухе имеется ряд отверстий для отвода нагретого воздуха из усилителя.

Внешне усилитель ПУ-12 сходен с усилителем ПУ-13.

На кожухе-экране ПУ-12 имеется отверстие для пропуска модулированного фонограммой светового пучка звуковой лампы через оптику на фотоэлемент, установленный на усилителе против отверстия кожуха-экрана.

По углам крышки кожуха-экрана имеются четыре углубления — лунки, в которые входят резиновые ножки проектора; этим самым фиксируется положение проектора, а следовательно, и светового пучка по отношению к фотоэлементу.

На рис. 568 показано расположение деталей на шасси усилителя ПУ-12 (шасси дано в развернутом виде). Для хранения и транспортировки усилитель ПУ-12 помещается в чемодане. Сверху на чемодан надевается брезентовый чехол.

Усилитель ПУ-12 имеет три каскада усиления, из них два предварительных (первая лампа 6Ж7, вторая СО-118) и один оконечный (две лампы УО-186).

Выпрямитель ПУ-12 собран по двухполупериодной схеме и работает на кенотроне типа ВО-188. Принципиальная схема ПУ-12 показана на рис. 569.

Нормальный р е ж и м устанавливается по вольтметру на автотрансформаторе и должен соответствовать его показанию в 110 вольт.

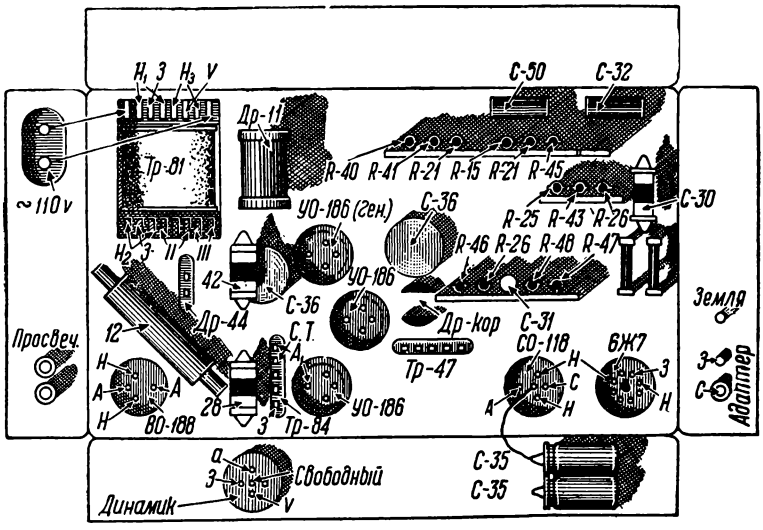


Рис. 568. Монтажное расположение деталей в шасси усилителя ПУ-12

Чемодан ДЧ-1 громкоговорителя аналогичен чемодану ДЧ-1, примененному в ПУ-13.

Эксплоатационные и иные данные ПУ-12

1. Номинальная мощность устройства . . . . . 6 *вт*
2. Устройство рассчитано на питание 50-периодным переменным током с номинальным напряжением . . . . . 110 *в*
3. Ток, потребляемый из сети . . . . . 1,3 *а*
4. Потребляемая из сети мощность . . . . . 143 *вт*
5. Вес комплекта ПУ-12 (без автотрансформатора) с чемоданом около 19,6 *кг*
6. Вес автотрансформатора КАТ-7а . . . . . 15 *кг*
7. Габариты усилителя . . . . . 420 × 240 × 205 *мм*
8. Габариты чемодана усилителя . . . . . 460 × 230 × 265 *мм*
9. Габариты чемодана ДЧ-I громкоговорителя . . . . . 413 × 413 × 270 *мм*
10. Габариты автотрансформатора КАТ-7 . . . . . 350 × 413 × 270 *мм*
11. Электронные лампы:
    6Ж7 . . . . . 1 шт.
    СО-118 . . . . . 1 шт.
    УО-186 . . . . . 3 шт.
    ВО-188 . . . . . 1 шт.
12. Фотоэлемент ЦГ-3 чувствительностью 100 — 150 $\frac{мка}{лм}$ . . . . . 1 шт.
13. Число элементов устройства, входящих в комплект . . . . . 4 шт.
14. Устройство может нормально работать при температуре воздуха . . . . . от + 5° до + 35° С
15. Рассчитано на аудиторию . . . . . 150—200 чел.

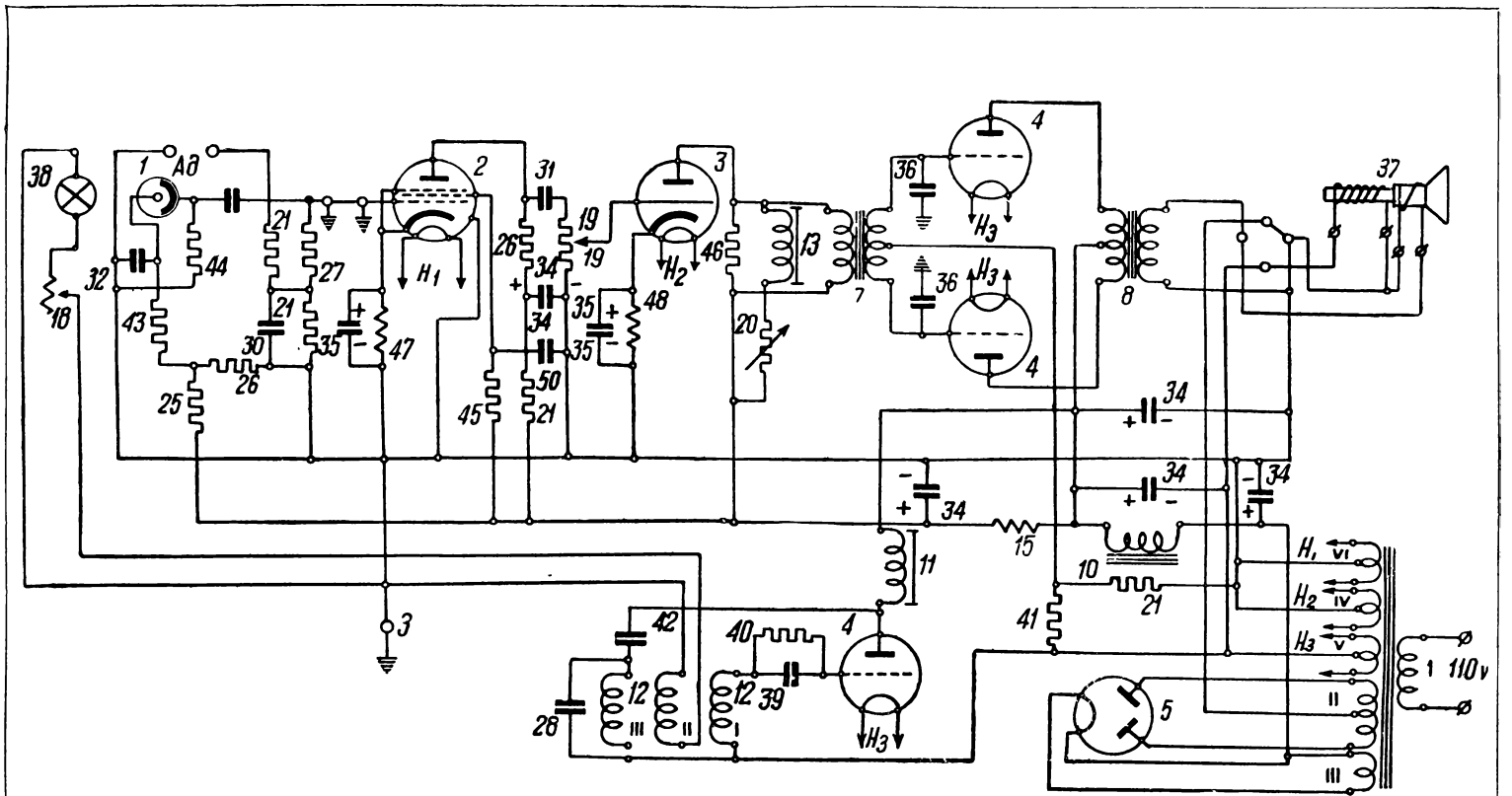


Рис. 569. Принципиальная схема усилителя ПУ-12 (см. спецификацию)

Спецификация усилителя ПУ-12 (рис. 569)

№ на схеме	Наименование	Данные	Количество
1	Фотоэлемент ЦГ-3	150 $\frac{мка}{лм}$	1
2	Лампа 6Ж7	—	1
3	Лампа СО-118	—	1
4	Лампа УО-186	—	3
5	Лампа ВО-188	—	1
7	Трансформатор переходной Тр-47	ЖШ—20 I—7 000 витков ПЭ ∅ 0,08 II—2×7 000 витков ПЭ ∅ 0,08	1
8	Трансформатор выходной Тр-84	ЖШ—19×30 I—2×900 витков ПЭ ∅ 0,2 II—100 витков ПЭ ∅ 1,0	1
9	Трансформатор силовой Тр-81	ЖШ—28×60 I—295 витков ПЭ ∅ 0,8 II—2×950 витков ПЭ ∅ 0,3 III—11 витков ПЭ ∅ 1,1 IV—5+5 витков ПЭ ∅ 0,8 V—5+6 витков ПЭ ∅ 1,4 VI—2×8 витков ПЭ ∅ 0,5	1
12	Катушка генератора	I—52 витка ПЭ ∅ 1,0 II—1 000 витков ПЭ ∅ 0,31 III—4000 витков ПЭ ∅ 0,31	1
10	Дроссель Др-44	ЖШ—11×15 2 500 витков ПЭ ∅ 0,3	1
13	Дроссель коррекции ПУ-13/02-00	15 000 витков ПЭ ∅ 0,08	1
15	Сопротивление проволочное ПУ-9/01-25	2 000 манганин 0,07	3
18	Реостат	10 ом; 0,75 *а*	1
19	Регулятор громкости ПСК	500 000 ом	1
20	Регулятор тона ПСК	100 000 ом	1
21	Сопротивление Каминского	20 000 ом	3
26	Сопротивление Каминского	240 000 ом	2
27	» »	1,5 *мгом*	1
30	Конденсатор слюдяной С-1216	5 000 *см*	3
31	Конденсатор бумажный Б-808	25 000 *см*	1
32	Конденсатор бумажный Б-106	0,1 *мкф*	1
35	Конденсатор электролитический ЭК-1	20 *мкф* 10 *в*	2
36	Конденсатор полупеременный ПУ-9/13-00	100 *см* 6; звуковая катушка	2
37	Громкоговоритель ДАТ-4	12 ом, катушка возбуждения 480 ом	1
38	Лампа просвечивания	4 *в* 0,75 *а*	1
40	Сопротивление Каминского	80 000 ом	1
41	То же	32 000 ом, выбираются из 30 000 ом	1
42	Конденсатор слюдяной С-1212	2 000 *см*	2
43	Сопротивление Каминского	2 *мгом*	1
44	То же	3 *мгом*	1
45	То же	1,2 *мгом*	1
48	Сопротивление проволочное ПУ-13/01-04	1 000 ом; манганин 0,07	1
50	Конденсатор бумажный БК	0,3; 800	1
51	» » Б-110	2; 900	9
52	» » БК	0,5; 800	1
53	Сопротивление ТО	100 000	1
46	» Каминского	50 000	1

Глава 62

УСИЛИТЕЛЬ ПУ-46 (ПУ-12М)

Усилительное устройство ПУ-12М (рис. 570) собрано по новой схеме, но в конструктивном оформлении ПУ-12.

Схемы усилительных устройств ПУ-12М и ПУ-46 не отличаются друг от друга.

Конструктивное оформление ПУ-46

Конструктивно усилитель оформлен в виде сварного корпуса, закрытого двумя дверцами (передней и задней).

В рабочем положении усилитель служит подставкой для проектора, в связи с чем его конструкция предусматривает подъемное приспособление, посредством которого осуществляется установка проектора по экрану.

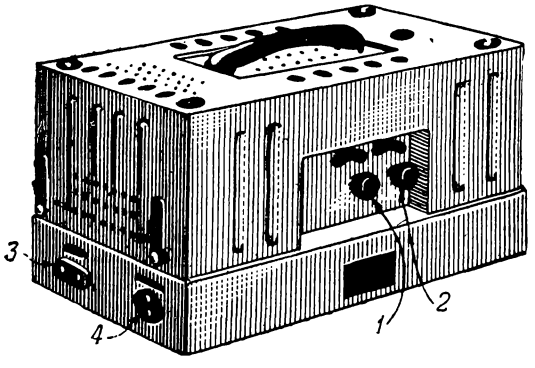


Рис. 570. Общий вид усилителя ПУ-12М

1 — ручка регулятора громкости; *2* — ручка тонконтроля; *3* — колодка для включения сети (110 вольт); *4* — гнезда питания звуковой лампы

В верхней стенке корпуса предусмотрены лунки для фиксации установки проектора над отверстием, через которое падает от проектора модулированный свет на фотоэлемент, помещенный в усилителе под отверстием в специальном держателе.

Передняя дверца усилителя съемная, благодаря чему, не снимая проектор, легко осуществить доступ к лампам, предохранителю и фотоэлементу.

Задняя дверца крепится винтами и закрывает трансформаторы, дроссели и электролитические конденсаторы, расположенные со стороны, противоположной лампам.

В верхней части основания расположены также генераторная катушка и катушка коррекции.

Основной монтаж усилителя произведен с нижней стороны корпуса и закрыт донышком с боковыми отбортовками. Дно крепится 8 винтами и имеет 4 ножки-амортизаторы. Ручки управления, «регулятор громкости» и «тонконтроль высокой частоты» укреплены в небольшой нише в передней части усилителя (со стороны расположения ламп). Гнезда и колодки включения усилителя расположены на двух боковых стенках корпуса усилителя.

Плато с элементами входной цепи расположено вместе с фотоэлементом в отдельном отсеке и заэкранировано специальным щитком.

Общий вид усилителя ПУ-46 представлен на рис. 571; на рис. 572 показан усилитель ПУ-12М без кожуха.

Назначение и состав комплекта

Усилительные устройства ПУ-46 и ПУ-12М предназначены для работы с узкопленочным проектором типа 16-ЗП, а также для воспроизведения граммофонной записи через адаптер.

Комплект усилительного устройства рассчитан на обслуживание аудитории в 150—200 человек.

Комплект усилительного устройства КПУ-46 и ПУ-12М состоит из двух самостоятельных элементов:

а) усилителя с чемоданом и чехлом,

б) громкоговорителя 4А16 (рис. 573), смонтированного в чемодане ДЧ-46, в котором помещается также комплект соединительных шнуров и запасных ламп (рис. 574).

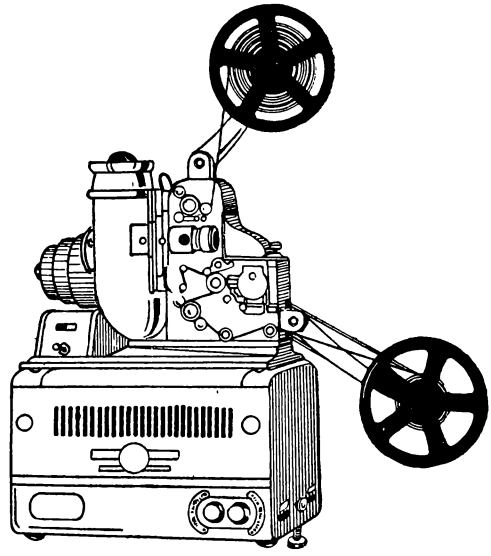


Рис. 571. Общий вид усилителя ПУ-46

Техническая характеристика и основные технические данные

Устройство рассчитано на питание от однофазной сети переменного тока 110 вольт при частоте 50 герц.

Питание звуковой лампы осуществляется током повышенной частоты (порядка 60 тысяч герц) от лампового генератора, смонтированного на общем шасси с усилителем.

Устройство рассчитано на работу с фотоэлементом чувствительностью порядка 120 — 150 микроампер на люмен (типа ЦГ-3 или СЦВ-51).

Питание обмотки возбуждения громкоговорителя осуществляется сглаженным выпрямленным током 130—150 миллиампер.

В устройстве предусмотрена коррекция высоких частот, которая устанавливается киномехаником в зависимости от степени изношенности фонограммы фильма.

Выходная номинальная мощность звуковой частоты составляет 6 ватт.

Коэфициент нелинейных искажений (клирфактор) при номинальной мощности на средних частотах не превышает 4%.

Частотная характеристика усилителя от 100 до 1000 герц почти прямолинейна, затем имеет плавный подъем, который особенно резко выражен на частоте 4—4,5 тысячи герц, и затем крутой спад.

Такая характеристика дает возможность компенсировать завал частотной характеристики за счет подъема на частоте 4—4,5 тысячи герц, так как запись высоких частот на узком фильме воспроизводится неудовлетворительно.

Сужение частотного диапазона за счет спада характеристики на частотах выше 4,5 тысячи герц не отразится на качестве звуковоспроиз-

ведения, так как на узком фильме и граммофонной пластинке частоты выше 5 тысяч герц практически не записываются.

Частотная характеристика громкоговорителя 4А16 в пределах от 100 до 6000 герц не имеет отклонения относительно уровня при 1000 герц более, чем на 8 децибел.

Уровень помех всего устройства при максимальном усилении составляет 43 децибела, или 0,7% по отношению к номинальной мощности 6 ватт.

Выход усилителя нагружен на звуковую катушку громкоговорителя, омическое сопротивление которой составляет $11{,}5 \pm 1$ ом.

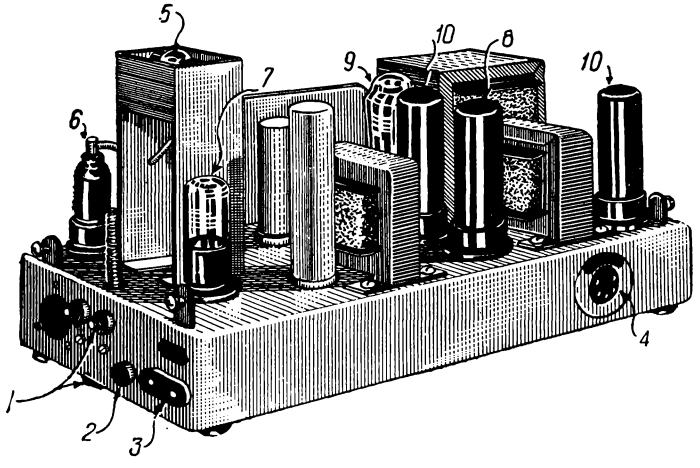


Рис. 572. Усилитель (ПУ-12М) (ПУ-46) (без кожуха)

1 — механизм подъема проектора для установки оптической оси по экрану; *2* — клемма «Заземление»; *3* — гнезда адаптера; *4* — панель громкоговорителя; *5* — фотоэлемент; *6* — лампа 6Ж7; *7* — лампа 6Н7; *8* — лампа 6Л6; *9* — лампа 5Ц4С; *10* — лампа 6Л6—ламповый генератор

Сопротивление обмотки возбуждения громкоговорителя в холодном состоянии от 380 до 420 ом; в нагретом состоянии — 480 ом.

Входное напряжение, при котором усилитель развивает номинальную мощность, при воспроизведении фонограммы составляет 12 (± 2) милливольт, а при воспроизведении граммзаписи — 75 (± 25) милливольт.

Фотоэлемент ЦГ-3 или СЦВ-51 помещается в усилителе вблизи первого каскада.

Напряжение питания фотоэлемента 210 ± 10 вольт.

Потребляемая максимальная мощность возбуждения громкоговорителя (при напряжении возбуждения 70 вольт) около 10 ватт.

Индукция в рабочем зазоре громкоговорителя не менее 7000 гаус.

Применяемые типы ламп: 6Ж7 или Т-91 1 шт., 6Н7 или Т-96 1 шт., 6Л6 или 6ПЗ 3 шт., 5Ц4С 1 шт.

Габариты усилителя ПУ-46: $425 \times 253 \times 245$ *мм*.

Габариты громкоговорителя 4А16 в чемодане ДЧ-46: $573 \times 450 \times 250$ *мм*.

Вес комплекта:

а) усилителя ПУ-46 (с лампами, в чемодане) — около 18 *кг*, б) громкоговорителя в чемодане ДЧ-46 — около 14 *кг*.

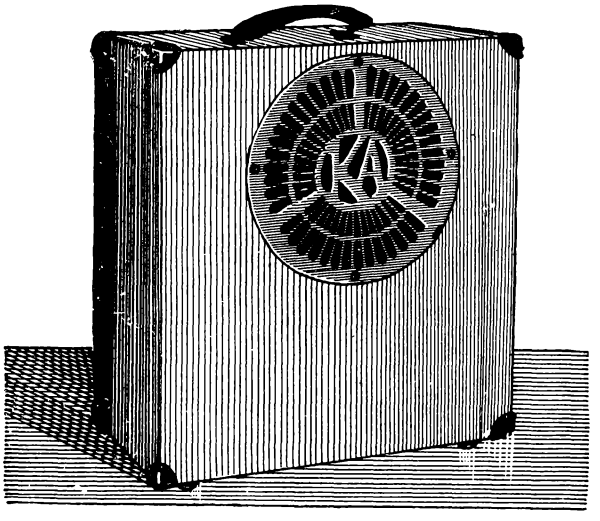


Рис. 573. Громкоговоритель 4А16 в чемодане ДЧ-46
Вид спереди

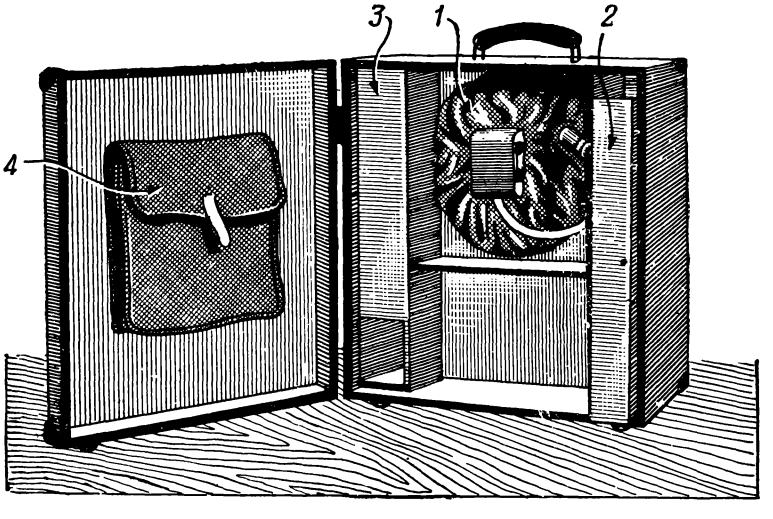


Рис. 574. Громкоговоритель 4А16 в чемодане ДЧ-46
Вид сзади

1 — громкоговоритель 4А16; *2* — шнур громкоговорителя; *3* — запасный комплект ламп; *4* — карман для хранения соединительных шнуров

Устройство усилителя ПУ-46

Усилитель ПУ-46 (рис. 575) представляет собой трехкаскадную схему (2 каскада усиления напряжения и 3-й каскад — усилитель мощности). На общем шасси смонтирован кенотронный выпрямитель, питающий схему и ламповый генератор, дающий ток повышенной частоты для питания звуковой лампы.

Принципиальная схема усилителя показана на рис. 576.

Оконечный мощный каскад работает на двух лампах 6Л6 (или 6П3) по двухтактной схеме.

При введенном тонконтроле высоких частот (Р-21) частотная характеристика получается без подъема на высоких частотах, что бывает необходимо в случае воспроизведения сильно изношенной фонограммы.

Фотоэлемент ЦГ-3 (или СЦВ-51) помещается в усилителе вблизи первого каскада.

Звукосниматель (адаптер) включается на делитель из двух сопротивлений Р-3 и Р-4, причем Р-4 зашунтировано емкостью С-2 для устранения

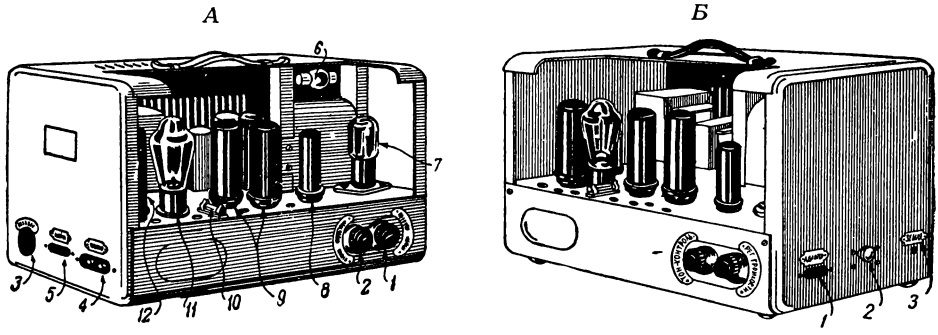


Рис. 575. Вид усилителя ПУ-46 со снятым кожухом

А: *1* — регулятор громкости; *2* — тонконтроль высоких частот; *3* — колодка включения громкоговорителя; *4* — колодка включения сети (110 вольт); *5* — гнезда питания звуковой лампы с высокой частотой; *6* — фотоэлемент ЦГ-3 или СЦВ-51; *7* — лампа 6Ж7 или УТ-91 (первый каскад); *8* — лампа 6Н7 или УТ-96 (второй каскад); *9* — лампа 6Л6 или 6П3 (мощный каскад); *10* — предохранитель Бозе 2А; *11* — лампа 5Ц4С (кенотронный выпрямитель); *12* — лампа 6Л6 или 6П3 (ламповый генератор). *Б*: *1* — гнезда включения адаптера; *2* — фиксатор подъема проектора для установки по экрану; *3* — контакт заземления

подъема частотной характеристики на высоких частотах, который необходим лишь при работе с узкопленочным проектором.

Питание накалов ламп производится переменным током с понижающей обмотки силового трансформатора.

Напряжение в обмотке составляет 6,3 вольта и полностью подается на накал ламп 6Н7 и 6Л6.

Напряжение же накала лампы 6Ж7 подводится от части обмотки и составляет 5,5 вольта.

Выпрямитель. Для питания анодных цепей и цепей экранных сеток всех ламп служит кенотронный выпрямитель, работающий на лампе 5Ц4С по двухполупериодной схеме.

Первой ячейкой фильтра служит электролитический конденсатор С-12 и дроссель Д-1.

Обмотка возбуждения громкоговорителя включена последовательно спитанием усилителя и используется как вторая дополнительная ячейка фильтра.

Пульсации на обмотке возбуждения в этом случае минимальны.

В случае отключения колодки шнура громкоговорителя от усилителя во время работы или включения усилителя при невключенном громкоговорителе выпрямитель оказался бы без нагрузки, в результате чего произошло бы повышение напряжения на конденсаторах фильтра, приводящее к пробою их и выходу усилителя из строя. Во избежание этого применяется блокировка высокого напряжения: средняя точка повышающей обмотки силового трансформатора подана на землю через колодку включения громкоговорителя; таким образом при случайном выключении колодки автоматически разрывается цепь питания.

Ламповый генератор. Ламповый генератор, применяемый для питания звуковой лампы током повышенной частоты, работает на лампе 6Л6 (или 6П3) в триодном режиме.

В цепи анода генераторной лампы включен параллельный контур из емкости С-16 и второй обмотки генераторной катушки К-1.

1-я обмотка катушки К-1 включена в цепь управляющей сетки лампы 6Л6 последовательно с сопротивлением Р-19 и емкостью С-17.

В 3-й обмотке генераторной катушки К-1, нагружаемой на звуковую лампу, индуктируется напряжение порядка 4 вольт с частотой порядка 60 тысяч герц.

Карта режимов ПУ-46 (ПУ-12М)

№ п/п	Измеряемая величина	В паузе	При номинальной мощности
1	Напряжение питания	110 *в*	110 *в*
2	Мощность, потребляемая усилителем	95 *вт*	95 *вт*
3	Напряжение накала кенотрона 5Ц4С (Л-5)	4,8—5 *в*	—
4	Напряжение накала лампы 6Ж7 (Л-1)	5,5—5,7 *в*	—
5	Напряжение накала ламп 6Н7, 6Л6 (Л-2, Л-3, Л-4 и Л-6)	6,3 *в*	—
6	Напряжение на первом конденсаторе фильтра (общее выпрямленное напряжение)	312 *в*	312 *в*
7	Напряжение на втором конденсаторе фильтра	293 *в*	293 *в*
8	Напряжение возбуждения громкоговорителя	68 *в*	70 *в*
9	Напряжение на третьем конденсаторе фильтра (напряжение питания 3,2 каскадов и генератора)	225 *в*	223 *в*
10	Напряжение питания фотоэлемента	225 *в*	223 *в*
11	Напряжение на анодах мощного каскада	209 *в*	208 *в*
12	Напряжение на экранных сетках мощного каскада	209 *в*	208 *в*
13	Напряжение смещения мощного каскада	—16,4 *в*	—16,8 *в*
14	Напряжение на аноде инверсного триода	98 *в*	95 *в*
15	Напряжение на аноде предоконечного триода	100 *в*	98 *в*
16	Напряжение смещения второго каскада	—1,9 *в*	—2 *в*
17	Напряжение питания первого каскада	170 *в*	170 *в*
18	Напряжение на аноде 6Ж7	50 *в*	50 *в*
19	Напряжение на экранной сетке 6Ж7	50 *в*	50 *в*
20	Напряжение смещения 6Ж7	—1,9 *в*	—1,95 *в*
21	Напряжение на аноде и экранной сетке генераторной лампы	225 *в*	223 *в*
22	Напряжение на генераторной лампе	—116 *в*	—118 *в*
23	Отдача генератора (напряжение на выходе генератора)	4 *в*	4 *в*

Напряжения постоянного тока измеряются высокоомным вольтметром.

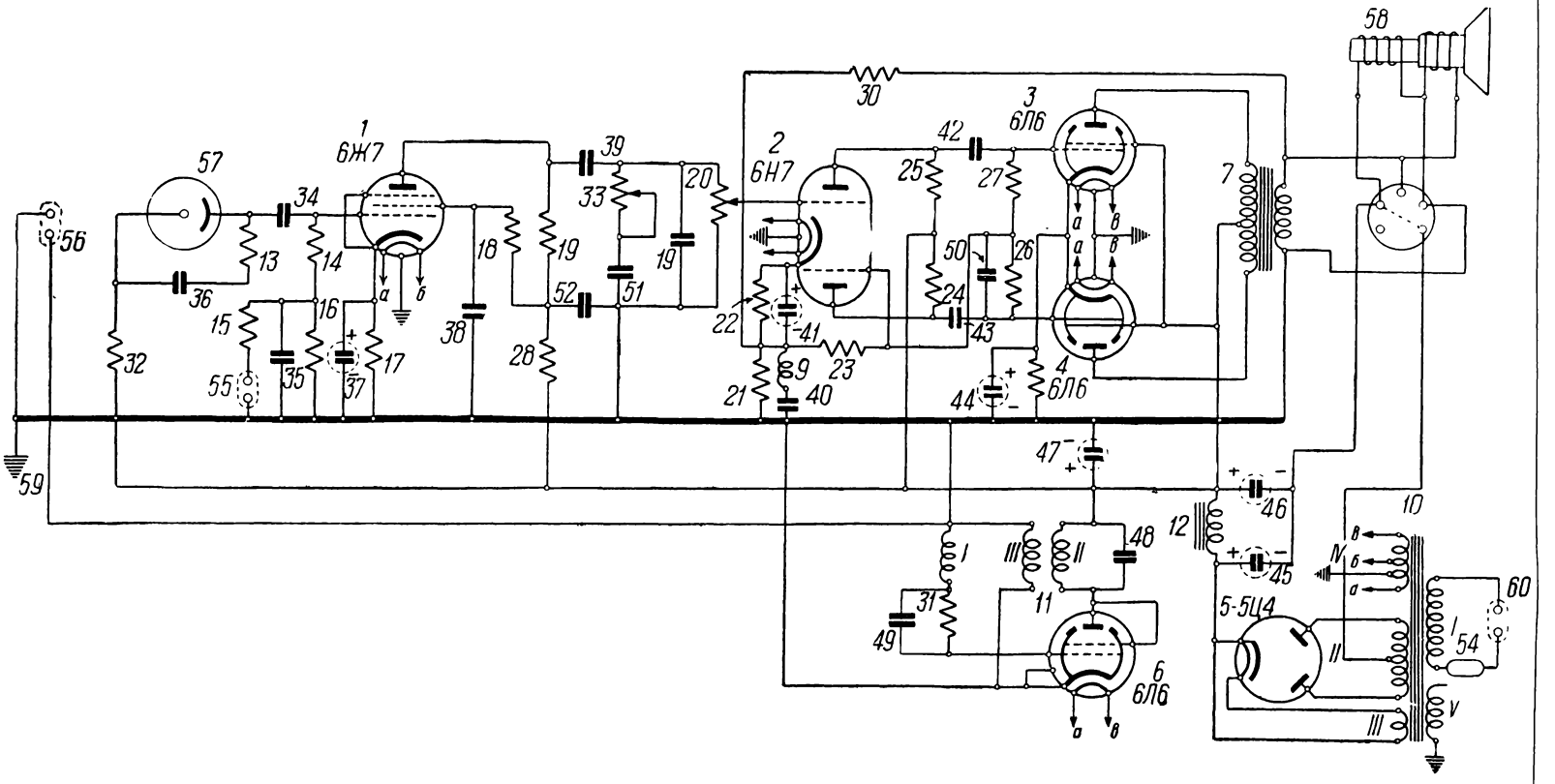


Рис. 576. Принципиальная схема усилителя ПУ-46 — ПУ-12М (см. спецификацию)

Спецификация усилителя ПУ-46 (рис. 575)

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Марка	Примечание
Л- 1	Лампа электронная		6Ж7	или Т-91
Л- 2	» »		6Н7	или Т-96
Л- 3	» »		6Л6	или 6П3
Л- 4	» »		6Л6	или 6П3
Л- 5	» »		5Ц4С	
Л- 6	» »		6Л6	или 6П3
Т- 1	Трансформатор выходной	ЖШ 19 × 30 1а—1 400 витков ПЭ ∅ 0,2 1б—1 400 витков ПЭ ∅ 0,2 II—126 витков ПЭ ∅ 1,0	Тр-265-54	
L	Катушка коррекц.	940 витков ПЭ ∅ 0,16	ПУ-46/2400	
Т-2	Трансформатор силовой	ЖШ 28 × 60 I—305 витков ПЭ ∅ 0,77 II—2 × 800 витков ПЭ ∅ 0,31 III—15 витков ПЭ ∅ 1,2 IVа—9 + 8 витков ПЭ ∅ 1,2 IVб—2 витка ПЭ ∅ 1,2 V—80 витков ПЭ ∅ 0,44—0,51	Тр-264-53	
К-1	Генераторная катушка	I—1000 витков ПЭ ∅ 0,44—0,51 II— 400 витков ПЭ ∅ 0,23 III—19 витков ПЭ ∅ 1,0	ЗТД-1	
Д-1	Дроссель фильтра	ЖШ 19 × 20, зазор 0,7 *мм* 3 400 витков ПЭ ∅ 0,31	Др-154-55	
R-1	Сопротивление постоянное	3 *мгом* ± 10% 0,25 *вт*	ТО	
R-2	То же	1 *мгом* ± 10% 0,25 *вт*	V или ТО	
R-3	»	82 000 ом ± 20% 0,25 *вт*	»	
R-4	»	20 000 ом ± 20% 0,25 *вт*	»	
R-5	»	4 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	»	
R-6	»	1 *мгом* ± 10% 0,25 *вт*	»	
R-7	»	300 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V	
R-8	Сопротивление переменное	0,5 *мгом* ± 20%	ВК	
R-9	Сопротивление постоянное	500 ом ± 5% 0,25 *вт*	V или ТО	или проволочное
R-10	То же	1 500 ом ± 10% 0,25 *вт*	»	
R-11	»	30 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	»	
R-12	»	200 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V или ТО	
R-13	»	200 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	»	Подбирается парами, выдержав соотношение R-14 : R-15 = = 12 : 13
R-14	»	150 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V	
R-15	»	120 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V	
R-16	»	100 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V или ТО	
R-17	Сопротивление трубчатое остеклованное	177 ом ± 10% 0,25 *вт*	тип 1	

Продолжение

Обозначение на схеме	Наименование	Данные	Марка	Примечание
R-18	Сопротивление постоянное	4 000 ом ± 10% 0,25 *вт*	V	
R-19	Сопротивление постоянное	25 000 ом± 10% 1,0 *вт*	V	В параллель по 36 000 ом —20% 0,5 *вт*
R-20	То же	1 *мгом* ± 10% 0,25 *вт*	V или ТО	
R-21	Сопротивление переменное	1 *мгом* ± 20%	ВК	
C-1	Конденсатор слюдяной	1 000 *мкмкф* 500 *в*	КЭС	В бакелите
C-2	То же	5 000 *мкмкф* 500 *в*	КЭС	» »
C-3	Конденсатор бумажный	0,25 *мкф* 260 *в*	МКВ	
C-4	Конденсатор электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	или 20-10
C-5	Конденсатор бумажный	0,25 *мкф* 260 *в*	МКВ	
C-6	Конденсатор слюдяной	5 000 *мкмкф* 500 *в*	К ОС	В бакелите
C-7	Конденсатор бумажный	0,25 *мкф* 260 *в*	МКТ	
C-8	Конденсатор электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	или 10
C-9	Конденсатор бумажный	0,05 *мкф* 300 *в*	Бк 300-0,5	
C-10	То же	0,05 *мкф* 300 *в*	Бк 300-0,5	
C-11	Конденсатор электролитический	20 *мкф* 20 *в*	КЭС 20-20	
C-12	То же	10 *мкф* 450 *в*	КЭС 450-10	
C-14	»	10 *мкф* 450 *в*	КЭС 450-10	
C-15	»	10 *мкф* 450 *в*	»	
C-16	Конденсатор слюдяной	1 000 *мкмкф* 500 *в*	КЭС	В бакелите
C-17	То же	1 000 *мкмкф* 500 *в*		
C-18	»	100 *мкмкф* 500 *в*	КЭС	В бакелите
C-19	»	1 000 *мкмкф* 500 *в*	»	»
C-20	Конденсатор бумажный	1 *мкф* 260 *в*	МКВ	
C-21	Конденсатор слюдяной	800 *мкмкф* 500 *в*	КЭС	В бакелите
П	Предохранитель	2*а*	Бозе 1061	
А	Гнезда адаптера			
ЛП	Гнезда включения звуковой лампы	Незаземленный вывод на колодке отмечен точкой		
ФЭ	Фотоэлемент	Газонаполненный	ЦГ-3	или СЦВ-51
Гр.	Громкоговоритель	Обмотка возбуждения 400 ом; звуковая катушка 11,5±1 ом	ЦА-16	
З	Клемма «Земля»			Включ. в сеть 110 *в*
С	Утопленная колодка			

Глава 63

ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ 4А16

Громкоговоритель 4А16, входящий в комплект КПУ-46, относится к типу электродинамических громкоговорителей с диффузорным излучателем. Диффузор цельнолитой из бумажной массы; диаметр диффузора 230 *мм*; вес 8,5—9,5 *г*.

Звуковая катушка имеет сопротивление постоянному току 11,5±1 ом и намотана проводом ПЭ⌀0,16 *мм* 158 витков в 4 слоя. Каркас звуковой катушки изготовлен из алюминиевой фольги толщиной 0,08—0,1 *мм* в виде незамкнутого кольца (для уменьшения потерь на токи Фуко) с выдавленной канавкой для намотки и конусом для более удобного и прочного соединения катушки с диффузором.

В центре диффузора вклеивается алюминиевая полусфера, сохраняющая правильную цилиндрическую форму звуковой катушки.

Магнитная цепь выполнена в виде скобы толщиной 8 *мм* с фланцем толщиной 5 *мм* и керном диаметром 25 *мм*.

Зазор между керном и фланцем при высоте 5 *мм* имеет ширину 1,5 *мм*.

Катушка возбуждения имеет 8500 витков и намотана проводом ПЭ ⌀0,27 *мм*.

Отверстие под громкоговоритель в чемодане снаружи закрыто металлической решеткой, предохраняющей громкоговоритель от механических повреждений (рис. 573).

Под металлической решеткой громкоговоритель затянут легкой шелковой материей. С обратной стороны материя затягивается шнурком, защищая диффузор и всю подвижную систему от проникновения пыли (рис. 574).

Громкоговоритель имеет расшивочное плато с лепестками, от которых идет трехжильный шнур, оканчивающийся колодкой типа «Кенон», со штырьками, соответствующими гнездам на колодке «Кенон», укрепляемой на усилителе.

Шнур в нерабочем состоянии комплекта помещается в специальном отделении чемодана. Шнур намотан на специальное приспособление «восьмеркой». В чемодане ДЧ-46 имеется отделение с мягкими стенками для хранения запасного комплекта усилительных ламп и фотоэлемента.

В особом отделении имеется место для крепления рабочей бобины.

На крышке чемодана имеется карман, куда складываются соединительные шнуры и провод заземления. Чемодан снабжен замками. При транспортировке на чемодан надевается брезентовый чехол.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные технические данные усилителя ПУ-12 и укажите, в чем его основное отличие от усилителей, применяющихся в комплекте с проектором К-25?
2. Какой фотоэлемент и какие радиолампы применяются в узкопленочной установке с усилителем ПУ-12?
3. Чем отличается усилитель ПУ-12М от усилителя ПУ-46?
4. Назовите основные технические данные усилителя ПУ-46.
5. Какие громкоговорители входят в комплект ПУ-12, ПУ-46 и какая между ними разница?
6. Каким током питается звуковая лампа кинопроектора и откуда подается питание звуковой лампы?
7. Каково назначение коррекции высоких частот в усилителе?

Глава 64

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ УЗКОПЛЕНОЧНОЙ КИНОУСТАНОВКИ

Техническая эксплоатация узкопленочной киноустановки в основном мало отличается от эксплоатации передвижной киноустановки на 35-*мм* пленке.

Так как 16-*мм* кинофильм, будучи отпечатан на ацетатной пленке, безопасен в пожарном отношении, условия технической эксплоатации, предусмотренные для широкопленочной передвижки в связи с опасностью воспламенения нитропленки, не являются обязательными для узкопленочной кинопередвижки.

Смазка

Смазка направляющих скалок, кулачка и диска грейферного механизма осуществляется фетровой подушкой, пропитанной маслом. Перед каждым сеансом в фетр добавляется 1—2 капли масла через отверстие в корпусе.

На рис. 577 показаны места и сроки смазки кинопроектора.

Три текстолитовых шестерни смазываются слегка тавотом или техническим вазелином.

Подшипники верхнего и нижнего кронштейнов смазываются через отверстия в кронштейнах масленкой.

Подшипники всех вращающихся элементов кинопроектора изготовлены из бронзографита или воизита (железографит).

Пористая масса подшипников пропитывается трансформаторным маслом (до 25% по объему), благодаря чему подшипники могут работать довольно долго без смазки.

Шарикоподшипники применены для вала звукового барабана. Кроме того, на шариках смонтированы придерживающие ролики зубчатых барабанов, демпфирующий и поддерживающий ролики.

С течением времени первоначально пропитанные маслом бронзографитные (или воизитные) подшипники высыхают, поэтому необходимо регулярно производить смазку трущихся поверхностей.

Нужно, однако, иметь в виду, что излишняя смазка нежелательна, особенно в тех местах проектора, вблизи которых проходит фильм. Замасливание фильма ухудшает проекцию и звуковоспроизведение, а также вредно сказывается и на самом фильме.

Рекомендуется следующий режим смазки:

Электродвигатель — одна-две капли перед каждой демонстрацией.

Грейфер — несколько капель перед каждой демонстрацией. Подшипники валов и оси — одна-две капли через каждые 20—30 демонстраций.

Моталки — по несколько капель через каждые 20—30 демонстраций.

Ролики упругой петли, поддерживающий и фетровый смазывать после каждых 20—30 демонстраций.

Чистка

Качество кинопоказа, срок службы проектора и износ фильма в значительной степени зависят от чистоты деталей кинопроектора.

Чистку проектора необходимо производить систематически, пользуясь для этого чистой тряпкой и кисточкой.

При чистке придерживаться следующего порядка:

а) Очистить от пыли и масла наружные поверхности всех барабанов и роликов. Особенно тщательно очистить звуковой барабан, так как даже мелкие частицы, прилипшие к его краю, пересекая при вращении барабана звукочитающий световой пучок, будут вносить помехи при звуковоспроизведении.

Если наблюдается тугой ход ролика упругой петли поддерживающего и фетрового роликов, их необходимо снять с проектора и промыть.

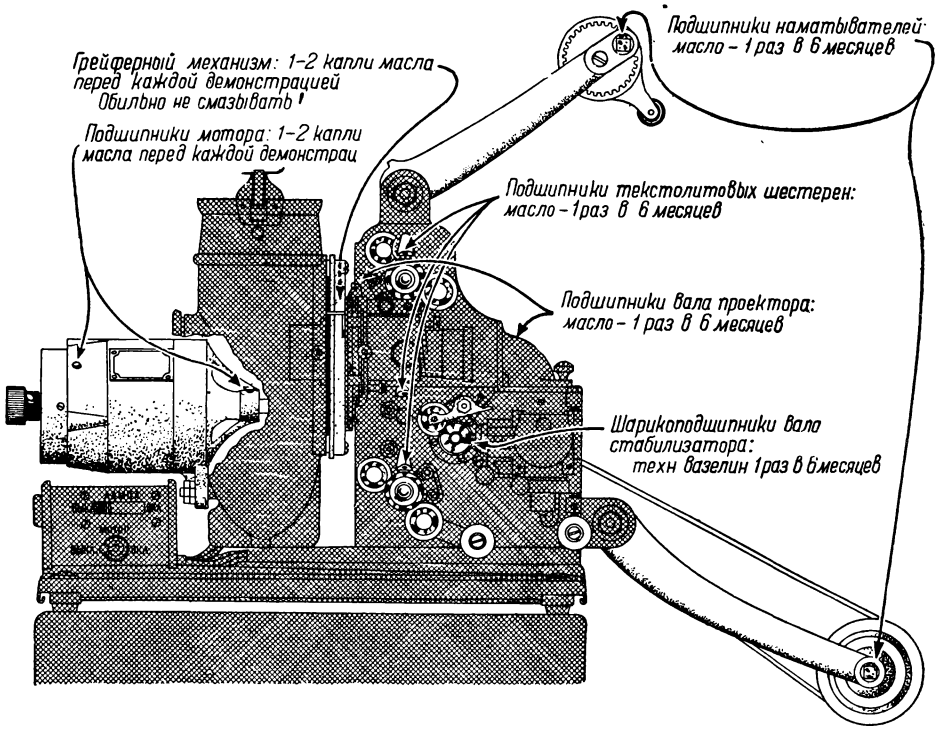


Рис. 577. Схема основных элементов и сроков смазки кинопроектора 16-3П-6

Для того, чтобы снять первые два ролика, достаточно освободить стопора и снять наконечники.

Фетровый ролик снимается после вывинчивания оси, при этом необходимо помнить, что на оси нарезана левая резьба.

Ролики промываются в чистом бензине и высушиваются.

Перед установкой роликов на оси пропитайте подшипники маслом, капнув внутрь роликов немного масла.

При смазывании подшипников фетрового ролика соблюдать осторожность, чтобы масло не попало на фетр.

Удалив излишки масла, поставить ролики на место, предварительно промыв, а затем слегка смазав оси.

б) Отбросив объективодержатель, вынуть держатель с прижимной рамкой. Кисточкой или мягкой тряпочкой очистить поверхности фильмового канала, неподвижного и подвижного бортов. Особенно тщательно очистить края проекционного окна, так как последние проицируются на экран.

Протереть поверхность прижимной рамки. Если на прижимной рамке окажется «нагар» в виде твердых прилипших к поверхности частиц, последние удалить при помощи скребка из латуни, алюминия или дерева.

в) Вынув поочередно объектив, конденсор и рефлектор, протереть сухой мягкой тряпочкой оптические поверхности.

Объектив ни в коем случае не разбирать; разборка без достаточной квалификации и опыта может привести к порче объектива.

Если загрязнены внутренние поверхности конденсорных линз, конденсор следует разобрать, для чего вынуть из оправы замыкающую пружину. При сборке конденсора необходимо следить за правильной установкой линз в оправе: первая линза устанавливается плоской стороной наружу (к проекционной лампе), вторая — большей кривизной (меньшим радиусом сферы) внутрь. Поверхность большей кривизны можно найти, сравнивая изображения на поверхностях линз какого-либо освещенного предмета, например окна.

Кривизна той поверхности будет больше, на которой изображение предмета меньше.

г) Отвинтив винт, повернуть кронштейн и осмотреть поверхности звукочитающей оптики. Если поверхности загрязнены, протереть их при помощи ватки или тряпочки, навернутой на деревянную палочку.

Если необходимо почистить поверхность большого зеркала, то это можно сделать через отверстие в дне основания, положив проектор на бок.

Осторожно вытереть цилиндрическую оптику, следя за тем, чтобы на оптических поверхностях (особенно в углах) не остались ниточки, волокна ваты и т. п.

Цилиндрическую оптику перемещать или вынимать из кронштейнов не рекомендуется, так как без специального навыка отъюстировать световой штрих затруднительно.

Цилиндрическую оптику ни в коем случае не разбирать.

д) Вынуть проекционную лампу из фонаря и вытереть баллон. Загрязненный баллон снижает освещенность экрана и увеличивает нагрев лампы, отчего уменьшается срок ее службы.

Чтобы вынуть лампу, необходимо снять верхнюю контактную перемычку, сдвинув ее по направлению к неподвижному контакту на корпусе фонаря (рис. 556). Сняв перемычку, вынуть лампу вверх.

При установке лампы в патрон фонаря необходимо следить, чтобы зубцы цоколя лампы попали в соответствующие пазы на кольце патрона. При правильной установке лампы нити лампы должны быть смещены в сторону экрана.

Перед вынниманием лампы проектор обязательно отключить от электросети.

Смена звуковой лампы

Снять щиток и отвести кронштейн от картера, вывернув винт. Повернув лампу против часовой стрелки, слегка при этом нажимая на баллон сверху вниз, вынуть лампу из патрона.

После установки в патрон новой лампы последнюю необходимо отъюстировать.

Юстировку лампы производить следующим образом:

Отжав винт, повернуть патрон так, чтобы нить была перпендикулярна оптической оси. Включить лампу, держа листок бумаги перед цилин-

дрической оптикой (приблизительно на расстоянии 10 *мм*). Перемещать лампу по вертикали и горизонтали (перпендикулярно оптической оси), следя при этом за формой светового пятна, проицируемого на бумагу. При правильном положении нити световое пятно должно иметь прямоугольную (почти квадратную) форму. При этом нужно следить, чтобы середина нити лампы и центр пятна находились на оси цилиндрической оптики.

После нахождения правильного положения лампу зажать винтом в патрон, предварительно убедившись в сохранении перпендикулярности нити оптической оси, и прочно закрепить на своем месте. Более точно можно отъюстировать лампу по форме светового пятна на бумаге, расположенной на крышке усилителя, для чего, приподняв проектор, положить бумагу на отверстие над фотоэлементом. Световое пятно должно иметь бочкообразную форму.

Юстировка цилиндрической оптики

Цилиндрическая оптика прочно зажата в кронштейне проектора, вследствие чего разъюстировка оптики может быть вызвана только какими-либо особыми обстоятельствами. Юстировка цилиндрической оптики требует большого навыка.

Для проверки правильности юстировки цилиндрической оптики нужно воспользоваться кольцом тестфильма с записью частоты 6000 герц. В случае правильной юстировки при пропуске кольца должен быть слышен звук высокого тона.

Перед пропуском тестфильма необходимо убедиться в том, что кинопередвижка работает. Регулятор громкости должен быть при этом повернут по часовой стрелке до отказа. Если звук высокого тона отсутствует, это свидетельствует о неправильной установке цилиндрической оптики, которую небходимо отъюстировать.

Перед тем как проводить юстировку, необходимо проверить правильность положения звуковой лампы.

Отжав винт, затягивающий хомут цилиндрической оптики, освободить оправу. Включить проектор. Пользуясь отверстием на оправе оптики, медленно перемещать и поворачивать оправу, наблюдая при этом за световым штрихом на фонограмме, который должен быть расположен горизонтально. Добившись наилучшей слышимости высокого тона, зажать оптику винтом.

Проверка правильности положения светового штриха на фонограмме

Проверку правильности положения светового штриха на фонограмме производить, пользуясь кольцом контрольного установочного фильма «Маяк».

На тестфильме для проверки правильного положения фонограммы отсутствует обычная звукозапись на звуковой дорожке. Специальная запись расположена по обеим сторонам зачерненной дорожки, причем с одной стороны записан звук высокой частоты, а с другой — низкой.

Зарядив кольцо пленки в проектор, включить передвижку. При правильном положении штриха, т. е. точно против звуковой дорожки, звука не должно быть. При смещенном штрихе будет слышен звук высокого или низкого тона, в зависимости от того, в какую сторону смещен штрих.

Выставить штрих по фонограмме можно при помощи упорного винта кронштейна, определяющего положение последнего относительно картера.

Подготовка к демонстрации

Установка и подключение в сеть. Поставить на стол или другую какую-либо подставку достаточной высоты усилитель, подъемным устройством в сторону экрана.

На усилителе установить кинопроектор так, чтобы ножки попали в соответствующие лунки кожуха усилителя.

Развернуть кронштейны моталок в рабочее положение и набросить пассик на шкив наматывателя (не перекрещивая его). При работе с обычными бобинами на 120 *м* фильма используется малый шкив.

Установить вблизи экрана репродуктор и снять крышку с диффузора (в громкоговорителе ДАТ-4). Размотать шнур, соединить репродуктор с усилителем, для чего вставить четырехштырьковую колодку в соответствующую панель на усилителе. Заземлить усилитель, соединив клемму на усилителе с надписью «Земля» специально для этой цели прилагаемым проводником к водопроводной сети или батарее отопления. В полевых или сельских условиях можно использовать врытый в землю металлический стержень или какой-либо другой металлический предмет.

Отстегнув ремень на крышке чемодана проектора, вынуть шнуры. Подключить усилитель к проектору, для чего вставить колодку с надписью «110 вольт» в панель усилителя, а вилку — в гнезда панели проектора с надписью «Усилитель».

Подключить звуковую лампу проектора к усилителю, вставив колодку с надписью «4» (или круглую колодку без надписи) в панель кинопроектора с надписью «4», а вилку — в гнезда на усилителе, причем штырек вилки со знаком «+» должен попасть в гнездо на усилителе, отмеченное тем же знаком.

Подключить рабочую лампу, вставив вилку в гнезда на панели проектора с надписью «Зал».

Поставить вблизи проектора автотрансформатор так, чтобы было удобно наблюдать за показаниями вольтметра и поддерживать в нужных пределах напряжение. Подключить проектор к автотрансформатору, вставив колодку длинного шнура с надписью «110» в панель проектора с надписью «Ввод 110», а вилку — в гнезда на автотрансформаторе.

Перед включением в сеть необходимо проверить положение ручек переключателей и регуляторов, поставив их в выключенное положение.

Проверка кинопередвижки. Включив аппаратуру в сеть, необходимо проверить работу кинопередвижки. Проверку работы усилителя производят, модулируя световой пучок, падающий на фотоэлемент, полоской бумаги между звуковым барабаном и цилиндрической оптикой. При этом ручка регулятора громкости на усилителе должна быть повернута по часовой стрелке до упора, что соответствует наибольшему усилению. Предварительно проверить, попадает ли полностью световой пучок звуковой лампы проектора на фотоэлемент, т. е. не срезается ли краем отверстия на усилителе, для чего достаточно заглянуть между основанием проектора и усилителем.

При исправном усилителе и правильной установке модуляция светового пучка должна сопровождаться характерными щелчками в громкоговорителе.

Включив сначала электродвигатель, а затем лампу, установить проектор по экрану при помощи подъемного винта на усилителе.

Вращать оправу объектива, пока рамка на экране не будет резкой, затем зажать объектив стопором.

Перемещая и вращая оправу рефлектора, добиться наибольшей равномерности освещения, после чего зажать рефлектор винтом. Выключив электродвигатель и лампу, можно приступить к зарядке фильма.

Зарядка фильма. Перед зарядкой фильма в проектор необходимо убедиться в правильной намотке частей фильма на бобины. Фильм должен быть намотан эмульсионной стороной наружу.

На ракордах каждой части должны быть надписи: «Начало». Если ракорды отсутствуют, то можно убедиться в правильной намотке по следующему признаку — если смотреть на матовую (эмульсионную) поверхность вытянутого из бобины конца фильма, то перфорация должна быть расположена слева, а изображение на кадрах должно быть перевернутым.

Зарядку рекомендуется производить следующим образом:

Насадить бобину с фильмом на ось верхней моталки до упора так, чтобы диск бобины прошел защелку (шарик).

Фильм должен быть обращен матовой стороной к экрану, перфорация должна располагаться слева (если смотреть со стороны экрана).

Пустую бобину надеть на вал наматывателя.

Вытянуть из бобины конец фильма длиной около 1 *м* (до пола).

Открыть фильмовый канал, нажав кнопку защелки объективодержателя.

Пальцами обеих рук взять отрезок фильма, расположенный на уровне верхнего барабана, длиной около 10 кадров.

Выгнув фильм петлей, ввести его между верхним зубчатым барабаном и роликами до упора.

Наложить фильм перфорацией на зубцы барабана.

Взять следующий участок фильма, сделать над фильмовым каналом петлю в 8—10 кадров.

Ввести фильм между фильмовым каналом и прижимной рамкой до упора. Прижав указательным пальцем фильм к поверхности фильмового канала, закрыть его, нажав большим пальцем правой руки на головку зажима объективодержателя.

При закрывании необходимо следить, чтобы прижимная рамка попала в фильмовый канал.

Сделав петлю под фильмовым каналом, набросить фильм на поддерживающий ролик.

Ввести фильм между звуковым барабаном и фетровым роликом, который нужно предварительно приподнять, нажав средним пальцем правой руки на лапку державки.

Поправить петлю под фильмовым каналом так, чтобы она совпала со стрелкой, обозначенной на картере (от величины этой петли зависит совпадение звука с изображением).

Обогнув ролик упругой петли, ввести фильм между подающим зубчатым барабаном и роликом.

Протянув фильм через демпфирующий и предохранительный ролики, закрепить конец на нижней бобине, для чего просунуть его в щель кольца бобины и сделать несколько оборотов бобины по часовой стрелке.

Натянуть фильм между зубчатым барабаном и бобиной, потянув за нижнюю ветвь пассика в направлении от шкива к проектору.

Закончив зарядку фильма, нужно убедиться в правильном ходе пленки, вращая механизм проектора за пусковую ручку на электродвигателе.

Демонстрирование фильма. Включить сначала электродвигатель, потом проекционную лампу.

Отрегулировать резкость изображения на экране.

Поправить, если нужно, кадр в рамке при помощи ручки корректора.

В момент включения проектора регулятор громкости должен быть выведен и затем постепенно введен до некоторого среднего положения во избежание перегрузки усилителя. Только при неполноценной записи или малой чувствительности фотоэлемента следует использовать полное усиление.

Тонконтроль высоких частот следует вводить в зависимости от степени износа фонограммы. При наибольшем износе тонконтроль должен быть выведен полностью.

Звук рекомендуется вводить спустя несколько секунд после пуска проектора, когда установится нормальная скорость движения фильма в звуковом блоке.

Заканчивая демонстрацию каждой части, производить выключение аппаратуры в таком порядке: сначала звук, затем лампу и наконец электродвигатель.

Такой порядок выключения рекомендуется потому, что прохождение через блок концовок фильма сопровождается посторонними, неприятными звуками и шумами в громкоговорителе, а проекция этих концовок портит зрительное впечатление.

При работе устройства от маломощной сети или от передвижной электростанции выключение проекционной лампы вызывает значительное колебание напряжения, при котором усилитель и в особенности звуковая лампа оказываются в режиме повышенного напряжения. Поэтому перед выключением проекционной лампы необходимо предварительно снизить питающее напряжение посредством переключателя автотрансформатора.

При демонстрировании фильма необходимо поддерживать напряжение 110 ± 5 вольт, так как даже при незначительном увеличении напряжения выше указанных пределов сокращается срок службы ламп накаливания и ламп усилителя, перегреваются электродвигатель и детали усилительного устройства.

При пониженном напряжении резко снижается освещенность экрана и уровень громкости звуковоспроизведения.

Чтобы обеспечить достаточную освещенность экрана, не следует брать экран шире 2 *м*. На экране размером $2 \times 1{,}5$ *м* можно получить освещенность 50 люкс.

Для получения качественного изображения большое значение имеет качество покрытия экрана.

При воспроизведении граммзаписи усилитель непосредственно подключается к автотрансформатору шнуром 1,5 *м*. Отверстие в кожухе над фотоэлементом должно быть прикрыто, в противном случае в громкоговорителе может прослушиваться фон переменного тока, создаваемый попаданием постороннего света на фотоэлемент.

Тонконтроль высоких частот при воспроизведении граммзаписи должен быть выведен, так как в самой схеме включения адаптера предусмотрен спад высоких частот. Вводить тонконтроль рекомендуется только в случае заметного на слух шипения граммпластинки.

Если предполагается повторить демонстрацию, необходимо произвести перемотку фильма.

Перемотка производится следующим образом: бобина с фильмом надевается на ось нижней моталки, а пустая бобина — на ось верхней.

Конец фильма закрепляется на верхней бобине.

Фильм должен быть обращен эмульсией к экрану.

Перемотка производится вращением ручки перематывателя, причем левой рукой необходимо слегка притормаживать бобину, чтобы фильм не разматывался по инерции и чтобы намотка была достаточно плотной.

Глава 65

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОХРАННОСТИ ФИЛЬМОКОПИИ

Фильм

Каждая часть фильмокопии наматывается на бобину эмульсией наружу. Рулон, отправляемый фильмобазой на киноустановку, наматывается началом наружу, концом внутрь. Части фильмокопии, возвращаемые киноустановками после демонстрирования, должны быть смотаны наоборот — концом наружу рулона, а началом внутрь. Части должны сматываться ровно, не туго; края отдельных витков не должны выступать наружу. Выходящий конец фильма закладывается между рулоном и щечкой бобины.

Бобины должны быть чистыми и исправными, без ржавчины, ссадин, погнутостей, острых краев и других дефектов, препятствующих свободному вращению и наматыванию фильма.

Рулоны фильма, смотанные на бобины, укладываются по две части в стандартные фильмовые коробки. В коробке 1-й части помещается паспорт фильмокопии.

В целях сохранности кинопроектора перемотку частей фильма для повторного демонстрирования целесообразно производить не на самом проекторе, а на особом перемоточном устройстве.

В зимнее время не следует сразу вскрывать прибывшие коробки с фильмами в теплом помещении во избежание образования на фильмах конденсационной влаги. Коробки с фильмокопиями можно вскрывать по уравнении температур коробок и воздуха внутри помещения, в котором вскрываются и проверяются фильмокопии, т. е. спустя примерно 20—30 минут.

На двухпостных киноустановках каждую часть фильмокопии следует демонстрировать на одном и том же проекторе при проведении нескольких сеансов.

Фильмокопии должны храниться в коробках с двойным дном, приспособленных для увлажнения. Увлажняющая прокладка по мере высыхания должна систематически пропитываться чистой водой или водой, смешанной с глицерином.

Коробки с фильмами нужно хранить подальше от отопительных приборов и непосредственного воздействия солнечных лучей.

При перемотке не касаться пальцами к поверхностям фильмокопий, а придерживать фильм за края, так как загрязнения и следы пальцев на узких фильмах особенно видны на экране.

Аппаратура

Для обеспечения сохранности фильмокопий кинопроекционная аппаратура должна содержаться в образцовой чистоте и подвергаться систематической проверке.

Обязательной проверке должны систематически подвергаться следующие узлы и детали фильмопротяжного тракта: а) верхний и нижний наматыватели, б) фильмовый канал с грейфером, в) барабаны, г) ролики.

Замеченные при проверке загрязнения рабочих поверхностей деталей, следы нагара и т. п. должны тщательно удаляться.

Верхний и нижний наматыватели. Шариковые запоры для бобин на осях кронштейнов верхнего и нижнего наматывателей должны обеспечивать надежное запирание бобин и не допускать произвольного смещения их при вращении.

Верхний и нижний кронштейны наматывателей должны обеспечивать прямолинейное положение фильма без перекосов по отношению к направляющим роликам и в отношении друг друга.

Фрикция осей верхнего кронштейна и нижнего наматывателя должна обеспечивать равномерное, без толчков, сматывание и наматывание фильма.

Усилие сматывания рулона фильма длиной 120 *м* с бобины верхнего кронштейна не должно превышать в начале рулона 15 *г*, в конце рулона — 50 *г*.

Усилие наматывания рулона фильма длиной 120 *м* на бобину нижнего наматывателя не должно превышать в начале рулона — 50 *г*, в конце рулона — 10 *г*.

Фильмовый канал. Возвышение рабочих поверхностей, соприкасающихся с фильмом, над нерабочей частью должно быть одинаковым на всем протяжении.

Детали фильмового канала, имеющие неравномерный износ и неоднородную высоту рабочих поверхностей, подлежат замене.

Наименьшая допустимая высота рабочих поверхностей 0,25 *мм*.

Рабочие поверхности должны быть гладко отполированы и не иметь следов повреждений или загрязнений (заусенцев, царапин, вмятин, коррозий и т. п.).

Головки винтов в деталях фильмового канала должны сидеть в потаях ниже уровня рабочих поверхностей.

Шлицы винтов и гнезда к ним не должны иметь острых краев и заусенцев.

Наружный борт фильмового канала должен обеспечивать нормальное прижатие фильма по всей плоскости к рабочей грани наружного борта.

Механизм коррекции кадра должен быть достаточно устойчивым и исключать возможность произвольного перемещения фильмового канала относительно кадрового окна.

Зубья грейфера должны быть плоскими, гладкими и иметь правильный профиль.

При холостом ходе снизу вверх зубья грейфера не должны касаться поверхности фильма.

Рабочие поверхности прижимной рамки должны быть хорошо отполированы и не иметь повреждений.

Держатель прижимной рамки должен свободно вставляться в пазы и удерживаться прочно лапками направляющих пластин без люфта и произвольного выдвигания.

При перемещении объективодержателя прижимная рамка должна свободно попадать в фильмовый канал и прижимать к нему пленку равномерно по всей плоскости.

Зубья грейфера должны свободно двигаться в пазах прижимной рамки, не задевая за стенки выреза.

Рабочие поверхности прижимной рамки и фильмового канала не должны соприкасаться с звуковой дорожкой и изображением фильма.

Усилие протягивания фильма в фильмовом канале должно находиться в пределах 60—70 *г*.

Барабаны. Рабочие поверхности зубчатых барабанов должны быть тщательно отполированы. Зубья барабанов должны иметь правильный профиль; рабочие грани их должны быть гладкими.

Предельный люфт зубчатых барабанов не должен превышать 0,1 *мм*.

Зубчатые венцы барабанов должны находиться строго в одной плоскости с зубьями грейфера.

Звуковой барабан должен иметь чисто обработанную рабочую поверхность.

Ролики. Все ролики должны легко вращаться на осях, быть хорошо отполированными и иметь притупленные края.

Нагарообразование и загрязнение деталей фильмопротяжного тракта. Перед каждым началом работы все детали кинопроектора должны тщательно проверяться и очищаться от нагара, масла и прочих загрязнений. Перед каждой зарядкой части все детали, соприкасающиеся с пленкой, необходимо протирать мягкой тряпкой.

Проверка технического состояния фильмопротяжного тракта. При пропуске кольца контрольной пленки длиной 1,5 *м* 600 раз через фильмовый тракт кинопроектора на перфорационной дорожке и в поле изображения и фонограммы не должно появляться заметных повреждений, полос и царапин. Проверка контрольным кольцом должна производиться регулярно после пропуска через проектор каждых ста частей фильмов.

Требования к узкопленочным киноустановкам, эксплоатирующим фильмокопии Главкинопроката

Систематический прокат или разовая выдача фильмокопий может последовать лишь после того, как кинотехническая инспекция органов Главкинопроката осмотрит, проверит и признает узкопленочную установку годной для эксплоатации.

Для каждой узкопленочной кинопередвижки устанавливается график периодических осмотров кинотехнической инспекцией. Киноустановкам, не прошедшим осмотр в предусмотренные графиком сроки, выдача фильмов прекращается.

К демонстрированию фильмокопий допускаются лица, прошедшие проверку квалификации, инструктаж в кинотехнической инспекции и получившие удостоверение на право работы на узкопленочной киноустановке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие детали и в какие сроки подлежат смазке в кинопроекторе 16-ЗП?
2. В какой последовательности и как технически осуществляется чистка кинопроектора?
3. Как производится смена звуковой лампы?
4. Как производится юстировка звуковой оптики?
5. В какой последовательности ведется подготовка киноустановки к сеансу?
6. Как проводится демонстрирование фильма? (Перечислить последовательность всех операций с момента включения электродвигателя до окончания части.)
7. Какие требования предъявляются к деталям фильмопротяжного тракта проектора, чтобы предупредить сверхнормальный износ и порчу фильмокопий?
8. Как производится проверка технического состояния фильмопротяжного тракта?

Глава 66

НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ КИНОУСТАНОВКИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить
	Неисправности изображения на экране	
1. Изображение качается на экране	Усилие прижима фильма в фильмовом канале недостаточно	Вынуть державку с прижимной рамкой, растянуть пружины.
	В фильмовом канале и на прижимной рамке образовался нагар	Вынуть державку с прижимной рамкой и вычистить нагар
	Неисправность грейферного механизма. Износ рамки грейфера или кулачка грейфера	Сменить комплектно грейфер и кулачок
	Проектор вибрирует. Проверить, пустив проектор без фильма (изображение рамки на экране не должно колебаться)	Установить более устойчиво усилитель и на нем проектор
	Если качка изображения наблюдается только на некоторых фильмах, неисправность вызвана неправильным изготовлением фильма	Устранить невозможно
	При усушке фильма образуется зазор между фильмом и бортами фильмового канала	Установить правильно пружинный борт
2. Изображение нерезкое по всему экрану	Объектив не отфокусирован по экрану	Отфокусировать, передвигая объектив вдоль оптической оси
	Линзы объектива загрязнены (чаще всего наружные поверхности линз)	Вычистить
3. Изображение нерезкое только в части экрана	Нагар в фильмовом канале	Вычистить
	Неправильный износ фильмового канала	Сменить фильмовый канал
	Аппарат установлен неперпендикулярно к центру экрана	Установить правильно
4. Изображение выходит из рамки	Фильм изготовлен неточно	Во время демонстрации устанавливать рамку фильмового канала по кадру
	Неправильная склейка	Переклеить
5. Экран слабо освещен	Колба проекционной лампы почернела	Сменить лампу
	Линзы осветительной и проекционной оптики загрязнены	Вычистить
	Зеркальный рефлектор установлен неправильно	Установить рефлектор правильно. Отраженные рефлектором перевернутые изображения нитей лампы должны расположиться между изображениями нитей от конденсора
6. Проекционная лампа не горит	Перегорела лампа	Выключить ток. Сменить лампу
	Плохой контакт в перемычке фонаря	Устранить
	Обрыв в проводе фонаря	Устранить
	Верхний контакт фонаря не упирается в цоколь лампы	Отогнуть медный контакт
	Переключатель неисправен	Выключить ток. Снять коробку электроуправления и устранить дефект
	Перегорел предохранитель	Сменить

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить
	Неисправности в движении фильма	
1. Шум фильма	Зубчатые барабаны изношены	Сменить или перевернуть венцы
	Петля между тянущим (верхним) барабаном и фильмовым каналом мала или велика	Установить правильную петлю
2. Наматывающее устройство не работает	Слабое натяжение пружинного пассика	Укоротить пассик
	Бобина на 120 *м* (малая) не успевает подобрать пленку	Надеть пружинный пассик на меньшую ступень шкива наматывающего устройства
	Бобины на 350 и 500 *м* (большие) не вращаются	Надеть пружинный пассик на большую ступень шкива наматывающего устройства
3. Фильм сходит с задерживающего барабана	Не натянута ветвь пленки между задерживающим (нижним) барабаном и наматывающим устройством	При зарядке фильма необходимо натянуть фильм между барабаном и наматывающим устройством
	Перфорация плохая или отсутствует. Грейфер не транспортирует фильм	Произвести ремонт фильма
4. Верхняя петля увеличивается, нижняя петля уменьшается	Неправильно установлен грейферный механизм (грейфер, диск грейфера)	Установить грейферный механизм правильно
	Зубья грейфера не входят в зацепление с фильмом	При движении грейфера вниз зубья грейфера должны быть в зацеплении с фильмом
5. Фильм рвется	Отсутствуют петли пленки на входе и выходе из фильмового канала	Произвести правильную зарядку фильма
	Склейка произведена неправильно	Исправить склейку
	Склейка высохла	Переклеить
	Низкая техническая годность фильма	Произвести ремонт фильма
	Повышенный износ фильма	
1. Повреждение перфорации	Петли пленки малы или отсутствуют	При зарядке установить правильные петли
	Трение в фильмовом канале велико	Проверить усилие, с которым протягивается фильм в фильмовом канале (усилие должно быть не менее 50 *г* и не более 90 *г*). Трение в фильмовом канале создается пружинами прижимной рамки
	Зубья барабана изношены	Сменить барабан
	Нагар в фильмовом канале	Вычистить нагар
2. Царапины на фильме	Фильмовый канал и прижимная рамка изношены, имеют шероховатую поверхность	Сменить
	Ролики не вращаются	Вычистить и слегка смазать оси
3. Масло на фильме	Чрезмерная смазка грейферного механизма и переднего подшипника вала стабилизатора	Уменьшить смазку
		Производить смазку в соответствии с инструкцией
	Замаслен фильмопротяжный тракт	Вытереть проектор после смазки

Продолжение

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить
Неисправность механизма проектора		
1. Шум аппарата	Обтюратор задевает за щиток грейферного механизма	Выправить обтюратор Следить, чтобы головки винтов не выступали
	Грейферный механизм износился	Сменить грейфер и кулачок
2. При закрывании фильмового канала прижимная рамка не входит между болтами	Держатель с прижимной рамкой не доведен до упора, не доведены до упора, либо ослабли плоские пружины, направляющие держателя прижимной рамки	Установить правильно держатель с прижимной рамкой
3. Электродвигатель работает, а транспортирующий механизм проектора не работает, либо передвигает фильм со скоростью ниже нормальной	Слаба фрикционная связь между электродвигателем и проектором (проскальзывает — буксует)	Проверить натяжение пружины на корпусе электродвигателя, установить прижим фрикционного шкива к диску.
4. Электродвигатель при включении не развивает нормального числа оборотов (2880 об./мин.)	Прижим между шкивом и диском фрикционной передачи велик	Выключить ток. Установить правильный прижим, ослабив пружину
	Чрезмерно сильное натяжение пружины лапы передней крышки электродвигателя, либо одна из них заклинивается в шарнирных соединениях с корпусом проектора	Выключить ток. Отдать контргайки. Очистить трущиеся поверхности лап и корпуса фонаря. Установить гайки и контргайки на прежнее место, обеспечив нормальный зазор, необходимый для свободного перемещения корпуса электродвигателя под действием пружины
5. Электродвигатель ненормально греется	Пружинные контакты автоматического размыкателя пусковой обмотки разомкнуты, либо имеется обрыв в цепи пусковой обмотки. При пуске электродвигателя пусковая обмотка не включена	Выключить ток. Устранить дефект
	Пусковая обмотка не выключается	Выключить ток. Проверить работу автоматического размыкателя
Неисправности звука		
1. К усилителю не подается ток	Нет накала всех ламп усилителя	Проверить контакты, колодки, панели и предохранители питания усилителя
2. Не горит какая-либо из ламп усилителя	Плохой контакт в ламповой панели	Ножом развести штырьки лампы
	Лампа перегорела	Сменить лампу
	Обрыв в монтаже усилителя	Найти обрыв и устранить его
3. Нет анодного напряжения	Не включен динамик	Найти дефект и устранить
	Плохой контакт в колодке динамика	

Продолжение

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить
4. Усилитель исправный, звука нет	Фотоэлемент неправильно установлен в смысле полярности (анод, катод), либо смещен относительно отверстия в крышке усилителя так, что световой пучок не попадает на него, либо повернут непрозрачной стороной баллона кверху	Установить по схеме
	Фотоэлемент неисправен	Установить другой фотоэлемент
5. Не горит звуковая лампа (4 *в* 3 *вт*)	Перегорела звуковая лампа	Сменить лампу
	Плохой контакт в патроне лампы или в колодке с гнездами (питание от усилителя)	Восстановить контакт
	Разомкнута цепь питания от генератора высокой частоты	Вскрыть крышку усилителя и устранить дефект
	Возможна неисправность в реостате накала	
	Перегорела лампа генератора	Сменить лампу
	Звуковая лампа неправильно установлена; световой штрих не попадает на фонограмму	Установить лампу правильно
Недостаточная громкость звука		
1. При установке на максимум регулятора громкости и реостата накала звук недостаточен	Фотоэлемент потерял чувствительность	Заменить фотоэлемент
	Просвечивающая лампа испорчена, колба почернела	Сменить просвечивающую лампу
	Недостаточное напряжение тока высокой частоты (меньше 4 *в*) при выведенном реостате накала	Проверку и ремонт лампового генератора можно производить только в ремонтной мастерской
	Звуковая оптика загрязнена	Почистить оптику
	Система с цилиндрическими линзами не отфокусирована	Отфокусировать
	Звуковая оптика (два зеркала и линза) неправильно установлена и свет не попадает на фотоэлемент	Отрегулировать
	Лампа первого каскада потеряла эмиссию	Заменить лампу
	Отсутствует анодный ток в одной из ламп третьего каскада	Улучшить контакты или сменить лампу, если она перегорела
Помехи при звуковоспроизведении		
1. Сильный фон переменного тока	Усилитель плохо заземлен	Проверить контакт «Земля». Улучшить заземление
	Неотрегулирован потенциометр средней точки, находящийся под коробкой фотоэлемента	Правильно отрегулировать, поворачивая отверткой ось потенциометра вправо или влево
	Плохое качество электронных ламп	Сменить испорченные лампы
2. Сильные трески	Разряды фотоэлемента (трески переходят в свист)	Сменить фотоэлемент
	Плохой контакт между штырьками ламп и гнездами ламповых панелей	Улучшить контакт, разведя штырьки ламп
	Нарушена пайка в монтаже: от легкого постукивания треск увеличивается	Исправить пайку

Продолжение

Признаки неисправности	В чем неисправность	Как устранить
3. Слышен посторонний равномерный шум частоты 24 пер./сек.	Световой штрих задевает кадр, выходя за пределы фонограммы. Неправильная сборка	Устранить дефект и отрегулировать установку фетрового ролика
4. При работе установки от преобразователя постоянного тока в переменный прослушиваются посторонний шум и потрескивание	Влияние искрения щеток на усилительное устройство («наводки»)	Заземлить корпус преобразователя и отнести его по возможности дальше от усилителя Прочистить коллектор мелкой стеклянной шкуркой. Если щетки сработались, сменить их и притереть, устранить искрообразование на коллекторе
	Искажение звука	
1. Плавание звука	Стабилизатор хотя и вращается, но неравномерно	Промыть и смазать подшипники вала стабилизатора
	Фрикцион наматывающего механизма (пружинный пассик) создает большие рывки при продвижении фильма. Пассик чрезмерно тугой	Отрегулировать натяжение пассика
2. При воспроизведении прослушивается хрип	Стабилизатор не вращается	Укрепить маховик на валу, привернув гайку до отказа
	Маховик не укреплен на валу звукового барабана	
	Фетровый ролик и ролик упругой петли не вращаются	Разобрать, прочистить и слегка смазать
3. При воспроизведении отсутствуют высокие частоты	Оптический штрих не отфокусирован	Установить звуковую лампу правильно Отфокусировать цилиндрическую оптику
4. При работе громкоговорителя слышно дребезжание	Расцентрировалась звуковая катушка громкоговорителя	Отцентрировать звуковую катушку

Глава 67

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗКОПЛЕНОЧНЫХ ФИЛЬМОКОПИЙ

Оценка технического состояния части узкопленочного фильма производится по следующим основным видам повреждений перфорационных дорожек (рис. 578).

Надкол *(НК)* — точкообразное повреждение края или угла перфорационного отверстия (рис. 578, *1*).

Мелкая надсечка *(МН)* — разрыв края или угла перфорации на глубину от 0,1 до 0,3 *мм* включительно в направлении края фильма или на глубину 0,75 *мм* в направлении межперфорационного участка (рис. 578, *2*).

Глубокая надсечка *(ГН)* — разрыв края или угла перфорации в направлении края фильма свыше 0,3 до 0,7 *мм;* в направлении межперфорационного участка — на глубину от 0,75 до 1,5 *мм* (рис. 578,*3*).

Разрыв перфорации *(РП)* — разрыв края или угла перфорации на глубину, превышающую 1,5 *мм* (рис. 578,*4*).

Стрижка *(Ст)* — отсутствие — срез перфорации.

Расширение перфорации *(ШП)* — заметное увеличение и изменение конфигурации перфорационных отверстий.

Сгиб *(СГ)* или надрезающая полоса — резко прочерченная линия надреза вдоль перфорационной дорожки, фонограммы или изображения, затрагивающая основу фильма.

Техническое состояние части определяется по состоянию перфорационных дорожек на трех контрольных участках. Проверка перфорации на контрольных участках устанавливает один вид повреждения, снижающий техническое состояние фильма в наибольшей степени. Количество перфорационных отверстий на всех трех контрольных участках, содержащих данный вид повреждения, является количественным показателем износа части фильма.

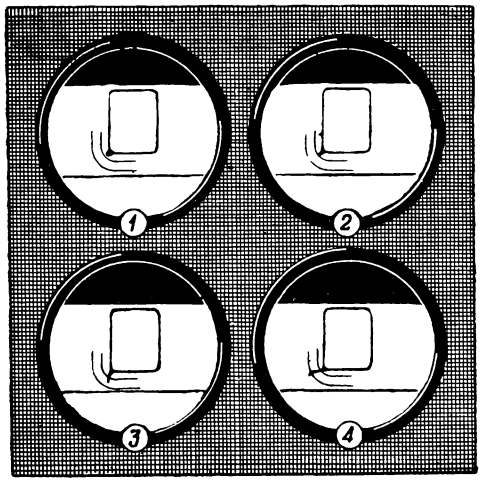


Рис. 578. Основные виды повреждения перфорации фильма

1 — надкол; *2* — мелкая надсечка; *3* — глубокая надсечка; *4* — разрыв перфорации

Установив вид дефекта и количественный показатель, находят по табл. 27 (стр. 558—559), какое количество сеансов по норме может еще отработать копия до полного износа.

Длина каждого контрольного участка 25 кадров, т. е. на каждом контрольном участке звукового фильма проверяется 25 перфорационных отверстий.

Контрольные участки в фильме располагаются следующим образом: первый участок — на расстоянии 10 *м* от начала части; второй участок — по середине части; третий участок — на расстоянии 10 *м* от конца. Для звуковой узкопленочной фильмокопии установлена норма — 500 демонстраций. Однако при бережном обращении с фильмом и поддержании аппаратуры в хорошем состоянии фильмокопия может отработать гораздо большее количество сеансов.

В официальных таблицах отсутствует графа «Норма сеансов до полного износа». Нами эта графа введена специально, чтобы рассеять неправильное представление о том, будто бы фильмокопия с большим процентом износа не пригодна для работы. Так, например, копия, имеющая износ 90%, должна еще вполне качественно отработать 50 сеансов; поэтому считать такую копию негодной к демонстрированию было бы неправильно.

Негодной считается только копия с износом 100%; все остальные копии безусловно могут демонстрироваться.

Определение технического состояния поверхностей фильма и прочие условия аналогичны условиям, принятым для 35-*мм* фильмов.

Таблица 27

Сумма поврежденных перфорационных отверстий на трех контрольных участках				Норма сеансов до полного износа	Норма отработанных сеансов	Процент износа	Техническое состояние поверхности фильма
Надкол (*НК*)	Мелкая надсечка (*МН*)	Глубокая надсечка (*ГН*)	Стрижка, разрыв и расширение перфораций (*Ст. РП, ШП*)				
12	—	—	—	495	5	1	1-я степень
13	—	—	—	490	10	2	
14	—	—	—	485	15	3	
15	—	—	—	480	20	4	
16	—	—	—	475	25	5	
17	—	—	—	470	30	6	
18	—	—	—	465	35	7	
19	—	—	—	460	40	8	
20	—	—	—	455	45	9	
21	—	—	—	450	50	10	
22	—	—	—	445	55	11	
23	—	—	—	440	60	12	
24	—	—	—	435	65	13	
25	—	—	—	430	70	14	
26	—	—	—	425	75	15	
27	—	—	—	420	80	16	
28	—	—	—	415	85	17	
29	—	—	—	410	90	18	
30	—	—	—	405	95	19	
31	—	—	—	400	100	20	
32	—	—	—	395	105	21	2-я степень
33	—	—	—	390	110	22	
34	—	—	—	385	115	23	
35	—	—	—	380	120	24	
36	—	—	—	375	125	25	
37	—	—	—	370	130	26	
38	—	—	—	365	135	27	
39	—	—	—	360	140	28	
40	—	—	—	355	145	29	
41	—	—	—	350	150	30	
43	—	—	—	345	155	31	
45	—	—	—	340	160	32	
47	—	—	—	335	165	33	
49	—	—	—	330	170	34	
51	—	—	—	325	175	35	
53	—	—	—	320	180	36	
55	—	—	—	315	185	37	
57	—	—	—	310	190	38	
59	—	—	—	305	195	39	
61	—	—	—	300	200	40	
63	—	—	—	295	205	41	
65	—	—	—	290	210	42	
67	—	—	—	285	215	43	
69	—	—	—	280	220	44	
71	13	—	—	275	225	45	
73	15	—	—	270	230	46	
75	17	—	—	265	235	47	
—	19	—	—	260	240	48	
—	21	—	—	255	245	49	

Продолжение

Сумма поврежденных перфорационных отверстий на трех контрольных участках				Норма сеансов до полного износа	Норма отработанных сеансов	Процент износа	Техническое состояние поверхности фильма
Надкол (*НК*)	Мелкая надсечка (*МН*)	Глубокая надсечка (*ГН*)	Стрижка, разрыв и расширение перфораций (*Ст, РП, ШП*)				
—	23	—	—	250	250	50	
—	25	—	—	245	255	51	
—	27	—	—	240	260	52	
—	29	—	—	235	265	53	
—	31	—	—	230	270	54	
—	33	—	—	225	275	55	
—	35	—	—	220	280	56	
—	37	—	—	215	285	57	
—	39	—	—	210	290	58	
—	42	—	—	205	295	59	
—	45	—	—	200	300	60	
—	48	—	—	195	305	61	
—	51	—	—	190	310	62	
—	54	3	—	185	315	63	
—	57	5	—	180	320	64	
—	60	7	—	175	325	65	
—	63	9	—	170	330	66	
—	66	11	—	165	335	67	
—	69	13	—	160	340	68	
—	72	15	—	155	345	69	
—	75	17	—	150	350	70	2-я степень
—	—	19	—	145	355	71	
—	—	21	—	140	360	72	
—	—	23	—	135	365	73	
—	—	25	—	130	370	74	
—	—	27	—	125	375	75	
—	—	29	—	120	380	76	
—	—	31	—	115	385	77	
—	—	33	—	110	390	78	
—	—	35	—	105	395	79	
—	—	37	—	100	400	80	
—	—	39	—	95	405	81	
—	—	41	—	90	410	82	
—	—	43	—	85	415	83	
—	—	45	—	80	420	84	
—	—	47	—	75	425	85	
—	—	49	—	70	430	86	
—	—	51	—	65	435	87	
—	—	54	—	60	440	88	
—	—	57	—	55	445	89	
—	—	60	—	50	450	90	
—	—	63	3	45	455	91	
—	—	66	5	40	460	92	
—	—	69	7	35	465	93	
—	—	72	9	30	470	94	
—	—	75	11	25	475	95	
—	—	—	13	20	480	96	
—	—	—	16	15	485	97	
—	—	—	19	10	490	98	
—	—	—	22	5	495	99	
—	—	—	25	0	500	100	3-я степень

Сумма перфорационных отверстий на трех контрольных участках, содержащих один вид повреждения, повышающий показатель износа фильма в наибольшей степени, является количественным показателем технического износа данной части фильма.

Зная вид дефекта и количественный показатель, находят по таблице норм износа процент износа части.

Пример. На 25 перфорациях первого контрольного участка обнаружено 15 надколов и 7 мелких надсечек, остальные перфорации не имеют повреждений; на втором участке — 10 надколов и 12 мелких надсечек; на третьем участке — 6 надколов, 15 мелких надсечек и две глубокие надсечки.

Наибольшим видом повреждения в данном примере является глубокая надсечка, но две надсечки на всех трех участках не учитываются, так как определение технического состояния ведется только по дефектам, имеющим систематическое распространение на всем протяжении части, при их наличии не менее шести на всех участках.

Надкол является дефектом, снижающим износ фильма в меньшей степени; следовательно, техническое состояние фильма следует определять по мелкой надсечке.

На первом контрольном участке обнаружено 7 МН; на втором — 12, на третьем — 15. Всего $7 + 12 + 15 = 34$ МН.

В графе 2-й таблицы находим ближайший подходящий показатель МН-33 или 35. Принимаем 35. Этому показателю соответствует 56% износа (5-я графа) или 44% технической годности. По норме такой показатель износа должен иметь место после 280 сеансов от начала эксплоатации новой фильмокопии (6-я графа). При указанном количестве сеансов нормы допускают II степень износа поверхностей фильма (7-я графа).

Состояние поверхностей изображения и фонограммы определяются как со стороны эмульсии, так и со стороны основы.

Различаются три степени состояния поверхностей:

I степень — отсутствие на поверхностях фильма заметных дефектов;

II степень — легкие полосы на поверхностях фильма, видимые невооруженным глазом при отраженном свете и малозаметные на экране;

III степень — потертости или крупные полосы, четко видимые при отраженном свете и заметные на просвет; на экране местами заметный дождь (особенно на концовках частей), легкие полосы по сюжету и несколько повышенный шум фонограммы.

Дефекты, имеющие случайный характер и не типичные для износа всей части фильма или значительной ее протяженности, при определении степени технического состояния поверхностей фильма не учитываются.

При определении технического состояния поверхностей фильма ведется проверка части фильма на всем протяжении, за исключением 10 метров начала и 10 метров конца части, состояние которых во внимание не принимается.

Одновременно с проверкой фильмокопия должна ремонтироваться и очищаться от масла и других загрязнений.

Поврежденные ракорды и защитные концовки должны исправляться или заменяться новыми. Дефектные склейки подлежат исправлению или замене новыми.

В местах разрывов перфорационных отверстий делаются стрижки с закруглением острых краев. В звуковом узкопленочном фильме допускается стрижка не более двух рядом расположенных перфорационных отверстий. При стрижке трех и более перфораций подряд исключается возможность транспортировки фильма в аппарате, так как имеющиеся в грейфере три зуба не смогут вступить в зацепление с фильмом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким основным видам повреждений перфорационных дорожек определяется техническое состояние узкопленочных фильмокопий?
2. Как определяется техническое состояние узкопленочной фильмокопии и в каких величинах выражается эксплоатационная годность части фильмокопии?
3. Какова норма износа звукового узкопленочного фильма?
4. Как определяется техническое состояние поверхностей фильмокопии?
5. При каком количестве демонстраций фильма допускается переход одной степени износа поверхности в другую?
6. Как располагаются в узкопленочном фильме контрольные участки и что они собой представляют?
7. При каком техническом состоянии фильмокопия не допускается к демонстрированию?

ЛИТЕРАТУРА

Антонюк Н. С. Каталог запасных частей звуковой кинопередвижки «Гекорд» (К-25). Управление кинофикации при СНК РСФСР, 1938.

Александров В. А. Электротехника в вопросах и ответах. Гостехиздат, 1929.

Анощенко Н. Д. Общая кинотехника. Госкиноиздат, 1940.

Балакшин А. С. Справочник по усилительным устройствам звукового кино. Госкиноиздат, 1944.

Варшавская Л. Р. Рациональная эксплоатация кинофильмов. Госкиноиздат, 1940.

Визенталь А. Курс усилительных и выпрямительных устройств. Госкиноиздат, 1939.

Гаврилов Д. А. Передвижные электростанции. Госкиноиздат, 1944.

Гаврилов Д. А., Антонюк Н. С. и Александров В. Д. Ремонт проекционной аппаратуры. Госкиноиздат, 1939.

Гензель Г. С. Учебное пособие по оптике. Госкиноиздат, 1940.

Голдовский Е. М. Узкопленочная кинематография. Кино-фотоиздат, 1936.

Голдовский Е. М. Луи Люмьер. Кино-фотоиздат, 1935.

Голдовский Е. М. Проекция узких кинофильмов. Госкиноиздат, 1943.

Герасимов С. М. Как читать радиосхемы. Госэнергоиздат, 1948.

Головня Е. Советская киносъёмочная аппаратура. Госкиноиздат, 1939.

Гольдин З. Приспособление для замены венцов зубчатых барабанов проектора 16-ЗП. Госкиноиздат, 1944.

Грамматчиков А. С. Техника безопасности в электрических установках. ГОНТИ, 1938.

Гребенщиков И. В., Власов А. Г., Непорент Б. С., Суковская Н. В. Просветление оптики. ОГИЗ—Гостехиздат, 1946.

Двигатель В-3. Машгиз, 1941.

Двигатель Л-6/3. Машгиз, 1941.

Жарких И. Детали усилителя, «Киномеханик», № 9, Госкиноиздат, 1940.

Заварин А. П. Учебное пособие по проекционно-звуковоспроизводящей аппаратуре. Госкиноиздат, 1940.

Заварин А. П. Звуковая кинопередвижка «Гекорд». Госкиноиздат, 1943.

Ильин С. Н. Технический контроль в радиотехнике. Оборонгиз, 1940. Инструкция по приёмке и контролю запасных деталей киноаппаратуры. Госкиноиздат, 1941.

Иофис Е. Технология обработки кинопленки. Госкиноиздат, 1939.

Кабанов С. А., Кунцевич А. С., Ривлин Л. Б. Монтаж и ремонт заводского электрооборудования. ОНТИ, 1936.

Каталог деталей двигателей типа Л. Стандартгиз, 1941.

Качерович А. Н. Учебное пособие по акустике. Госкиноиздат, 1940.

Киноработа на селе. Управление кинофикации Свердловской области, 1941.

Киносеть. Главное управление кинофикации, 1945.

Кожевников Г. Приспособление для питания керосином двигателей Л-3. «Киномеханик», № 5, Госкиноиздат, 1941.

Кувакин Д. А. Слесарное дело. Машгиз, 1946.

Кушнир Ю. Звуковое кино. Госкиноиздат, 1941.

Ленинградский завод «Кинап». КПУ-46, Ленинград, 1946 (описание и инструкция).

Ленинградский завод «Кинап». КПУ-12 М, Ленинград, 1946 (описание и инструкция).

Ломоносов В. Ю. и Поливанов К. М. Электротехника. Госэнергоиздат, 1946.

Магнето СК-Б, Машгиз, 1941.

Мильки н И. Фильмоконтрольная оптическая головка, «Киномеханик», № 7, Госкиноиздат, 1939.
Муромцев В. В. Учебное пособие по выпрямительным и усилительным устройствам. Госкиноиздат, 1940.
НИИКС. Автоклубная машина дневного кино типа АМДК-1. 1941.
НИИКС. Разработка методов испытания и установление стандартной методики испытания кинопроекционной аппаратуры. 1940.
НИИКС. Разработка методики техники и инструментария для контроля стандартности 35-*мм* фильмокопии. 1940.
Попов В. С. Электротехнические измерения и приборы. ОНТИ, 1938.
Путилов К. А. Курс физики, том II. ОГИЗ—Гостехиздат, 1945.
Правила безопасности и правила устройства для электротехнических сооружений сильного тока низкого и высокого напряжений. ОНТИ—Энергоиздат, 1932.
Панютин К. А. Учебник шофера газогенераторных автомобилей. Сельхозгиз, 1943.
Проворнов С. М. Детали и механизмы киноаппаратуры. Ленинградский Институт киноинженеров, 1947.
Проворнов С. М. Учебное пособие по проекционно-звуковоспроизводящей аппаратуре. Госкиноиздат, 1940.
Проворнов С. М. Кинотехника. Материал по истории кино, Ленинградское общество учебной и научной кинематографии, 1939.
Рабчинский И. В. Электромонтер. ОНТИ, 1937.
Руководство по обслуживанию двигателя Л-3/2. Машгиз, 1941.
Соловьев П. Ф. Монтаж осветительного и силового электрооборудования. ОНТИ, 1937.
Северьянов А. В. Первые уроки слесарного дела. Лениздат, 1945.
Спасский К. С., Смирнов С. В. Легкие газогенераторы для киноустановок. Госкиноиздат, 1946.
Терк А. Я. Меры пожарной безопасности в киноустановках. Гизлегпром, 1934.
Учебник красноармейца-электрика. Воениздат, 1940.
Фридман И. М. Продление жизни кинофильма. Госкиноиздат, 1944,
Цуккерман М. Л., Гимельштейб И. Х., Иоффе С. М., Альбрандт. Электрические измерительные приборы и аппараты. ОНТИ, 1936.
Шепелюк В. Стереокино. Госкиноиздат, 1945.
Шор И. В. Опасности от электричества на киноустановках и меры борьбы с ними. «Киномеханик», № 2, «Искусство», 1937.
Шор И. В. Техника безопасности на киноустановках. Госкиноиздат, 1940.
Шор И. В. О новой инструкции по определению технического состояния 35-мм фильмокопий. «Киномеханик», № 8, Госкиноиздат, 1940.
Шор И. В. Продлим жизнь фильмокопий (опыт передовых киномехаников). «Киномеханик», № 3, Госкиноиздат, 1941.
Шор И. В. Как сохранить фильм. «Киномеханик», № 5, Госкиноиздат, 1941.
Шор И. В. Уход за электростанцией кинопередвижки. Киносценарий «Кинодиафильм», 1945.
Шор И. В. Как проверить геометрические размеры фильма. «Киномеханик», № 4, Госкиноиздат, 1941.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автозаслонка — 301.
Автозвукопередвижка — 26.
Автол — 186.
Автонаматыватель — 293, 516.
Автотрансформатор — 32, 80.
Адаптер — 404.
Акустика помещения — 406.
Алебастр — 127.
Алюминий — 41.
Ампер — 50.
Амперметр — 50, 91.
Амплитуда — 76.
Анодный ток — 345.
Антидинатронная сетка — 357.
Антифриз — 202.
Апланат — 517.
Асинхронный генератор — 110.
Асинхронный мотор — 335.
Атом — 47.
Ацетатная пленка — 245.

Б

Бабит — 41.
Бакелит — 42, 126.
Барабан задерживающий — 506.
Барабан звуковой — 292, 520.
Барабан скачковый — 22, 290.
Барабан 32-зубцовый — 286.
Барабан тянущий — 506.
Беличье колесо — 335.
Бензин — 159.
Блокировка — 335.
Бородки — 441.
Бронза — 41.

В

Вал коленчатый — 150.
Ватт — 64.
Венец зубчатый — 508.
Верстак — 449.
Внутреннее сопротивление лампы — 355.
Воздухоочиститель — 166.
Волшебный фонарь — 7.
Вольт — 52.
Вольткомпенсационный трансформатор — 34.
Вольтметр — 52, 91.
Вороток — 462.
Выключатель — 123.
Выпрямитель кенотронный — 346.
Высшие гармоники — 373.

Г

Газогенератор — 36, 233.
Гаусс — 98.
Генератор ламповый — 537.
Генератор электрического тока — 110.
Генри — 73.
Герц — 76.
Гетинакс — 126.
Гидротипный способ — 21.
Гипс — 127.
Глушитель — 167.
Грейфер — 510.
Громкоговоритель — 399, 541.
Гужепередвижка — 26.

Д

Двухтактная схема усиления — 369.
Двухцветка — 20.
Двухэлектродная лампа — 344.
Детонация — 161.
Децибел — 372.
Дефектоскоп — 264.
Диаграмма клапанного распределения — 157.
Диапазон частот — 398.
Диапозитив — 9.
Диаскоп — 7.
Динамопривод — 28.
Динатронный эффект — 357.
Диод — 346.
Диффузор — 399.
Древесный уголь — 234.
Дрель — 459.
Допуск — 246.
Дроссель — 78, 380.
Дроссельная заслонка — 162.
Дубляж — 24.
Дубльнегатив — 20.
Дуговая лампа — 25.

Е

Емкость конденсатора — 81.

Ж

Жиклер — 162.
Журнал киномеханика — 426.
Журнал учета аварий и брака — 431.

З

Зажигание — 168.
Заземление — 546.
Закалка — 39, 466.

Закон Кирхгофа — 61.
Закон Ома — 57.
Замша — 43.
Запись звука — 17.
Заправка двигателя — 161
Заслонка противопожарная — 301.
Звук — 397.
Звуковая катушка — 399.
Звуковая лампа — 325.
Звуковая оптика — 325, 518.
Звуковоспроизведение — 23.
Звуковой блок — 324, 512.
Звукоизоляция — 407.
Звукопоглощение — 406.
Звукосниматель — 404.
Зоотроп — 9.
Зубило — 452.

И

Износ деталей — 432.
Износ фильмокопий — 259.
Изоляционные материалы — 124.
Индикатор — 473.
Индукция электромагнитная — 69.
Искажения линейные — 371.
Искажения нелинейные — 373.
Испытание аппаратуры — 448.

К

Кадр — 252, 501.
Кадровое окно — 253, 510.
Карболит — 126.
Карбюратор — 161.
Каретка — 290, 292.
Картер — 151.
Кассета — 284, 293.
Кассетница — 281.
Катод — 344.
Катодная лампа — 344.
Катушка возбуждения, или подмагничивания — 399.
Катушка звуковая — 399.
Кембрик — 126.
Кенотрон — 349.
Кернер — 455.
Керосиновая приставка — 36, 229.
Кинематография — 7.
Кинетоскоп — 10.
Кинопроекция — 22.
Киносъемка — 16.
Клапаны — 155.
Клепка — 461.
Клирфактор — 373.
Ключи гаечные — 212.
Коллектор — 102, 108.
Кольца контактные — 109.
Кольца поршневые — 148.
Комплекты электронных ламп в усилителях — 364.
Конденсатор — 81, 172, 375.
Конденсор — 303.
Контратип — 20.
Контрольный фильм — 448.
Копировка фильмов — 19.
Короткое замыкание — 62.
Коэфициент усиления — 354.
Крейцмейсель — 453.
Крутизна характеристики лампы — 354.
Кулачок — 158, 510.

Л

Лавандовая копия — 20.
Лаки изоляционные — 126.
Лампа звуковая — 325.
Лампа проекционная — 304.
Лампа электронная — 344.
Лампы лучевые — 358.
Лампы металлические — 358.
Лента изоляционная — 126.
Лента киперная — 126.
Лерка — 463.
Ликвидация пожара — 480.
Линзы рассеивающие — 307.
Линзы собирательные — 306.
Локализация пожара — 480.
Люкс — 316.
Люксметр — 316.
Люмен — 304.

М

Магнето — 168.
Магнит — 65.
Магнитоэлектрические приборы — 89.
Мальтийская система — 296.
Масштабная линейка — 469.
Маховик — 150.
Меггер — 94.
Медь — 125.
Мембрана — 403.
Метчик — 461.
Механизм передач проектора — 296, 515.
Механическая щель — 325.
Миканит — 126.
Микроампер — 50.
Микрометр — 472.
Микрообъектив — 326.
Микрофон — 17.
Миллиампер — 50.
Модулятор света — 17.
Молекула — 47.
Молоток — 452.
Монтаж — 129.
Монтажный лист — 277.
Моталка — 275.
Моточные детали — 380.
Мрамор — 126.

Н

Нагар — 260.
Надколы на перфорации — 262.
Надсечки на перфорации — 263.
Надрезающая полоса — 268.
Надфили — 456.
Накал электронных ламп — 344.

Напильники — 456.
Насос масляный — 187.
Негатив — 17.
Нитроцеллюлоза — 244.
Ножовка — 455.
Ниниус — 470.
Нормы износа фильмов — 266, 558.
Нормы износа деталей — 424.

О

Обертон — 399.
Обозначение величин сопротивлений — 379.
Обработка металлов — 38.
Обтюратор — 302.
Объектив — 311.
Огнегасящие средства — 486.
Огнетушители — 487.
Ожоги — 498.
Ом — 57.
Омметр — 93.
Опасные напряжения — 496.
Оптимальная реверберация — 406.
Оптическая ось — 305.
Оптическая щель — 18.
Освещенность экрана — 315.
Отвертки — 441.
Отжиг — 39.
Отпуск — 466.
Отражение звука — 406.
Охлаждение двигателя — 182.

П

Палец поршня — 148.
Палец эксцентрика — 296.
Память зрения — 8.
Панель ламповая — 358.
Параметры ламп — 354.
Параметры переменного тока — 74.
Паспортизация — 427.
Патроны — 120.
Паяльник — 465.
Паяние — 464.
Пентод — 356.
Первая помощь — 498.
Переменный ток — 74.
Период — 76, 397.
Перфорация — 246.
Печать фильмокопий — 19.
Пилот-лампа — 522.
Плавание звука — 331.
Планово-предупредительный ремонт — 419.
Пластмассы — 42.
Плато — 284.
Плашки — 462.
Подогревные лампы — 346.
Пожарная профилактика — 480.
Позитив — 19.
Полозки — 288.
Порог слышимости — 398.
Поршень — 147.
Последовательность развертывания установки — 413.
Потенциал зажигания — 366.
Потенциометр — 57.
Правило буравчика — 68.
Прокладочные материалы — 42.
Предохранители — 63, 124.
Преобразователь — 34, 116.
Пресс склеечный — 257.
Прессшпан — 126.
Притирка — 199, 463.
Проверка качества запасных частей — 475.
Провод — 127.
Проектор передвижной — 26.
Проектор стационарный — 25.
Противопожарная ткань — 486.
Пульсирующий ток — 103.
Пусковая обмотка — 336.
Пусковой механизм — 209.
Пушпульный каскад — 369.
Пьезоэлектрический эффект — 405.

Р

Рабочее место — 449.
Радиатор — 182.
Разборка двигателя — 212.
Разборка проектора — 443.
Развертка — 459.
Ракорды — 254.
Рамка кадровая — 288.
Расположение аппаратуры — 483.
Распределительный щиток — 112.
Реверберация — 406.
Регулятор двигателя — 178.
Регулятор громкости — 382.
Резиновая изоляция — 128.
Резьба — 461.
Ремонт — 225, 419, 441.
Реостат — 55, 110.
Рефлектор — 305.
Ролик направляющий — 285, 509.
Ролик совмещения кадра — 288.
Ролик фетровый — 342, 520.
Ролик фрикционный — 291.
Ротор электромотора — 335.
Рубильник — 123.
Рубка — 452.
Рустрат — 56, 114.

С

Самоиндукция — 72.
Сборка — 219, 445.
Сверла — 458.
Светосила — 312.
Светочувствительный слой — 245.
Свеча — 177.
Сгиб — 268.
Сельский стационарный кинотеатр — — 482.
Сетка электронной лампы — 351.
Силумин — 41.
Синусоида — 74.
Синхронная машина — 107.
Система охлаждения двигателя — 182.
Склейка фильмов — 256.

Скорость движения фильма — 253.
Скорость звука — 397.
Слюда — 126.
Смазка — 415, 542.
Сопротивление — 53, 377.
Сплавы — 41.
Сроки ремонта — 424.
Сталь — 37.
Стабилизатор скорости — 23.
Стандартные размеры фильмов — 246, 591.
Стереозвук — 15.
Стереоскопическое кино — 14.
Стрижка — 268.
Стробоскоп — 9.
Субтитры — 24.
Съемники — 212.

Т

Текстолит — 42.
Телефон головной — 403.
Тембр — 399.
Теплофильтр — 341.
Термическая обработка — 39, 465.
Тестфильм — 448.
Тетрод — 356.
Тиски — 450.
Ткань противопожарная — 486.
Ток накала — 344.
Ток насыщения — 345.
Токи Фуко — 69.
Толкатель — 155.
Тон — 398.
Тонконтроль — 382.
Траверс — 110.
Трансформатор — 79, 381.
Трехцветка — 20.
Трехэлектродная лампа (триод) — 351.
Тубус звуковой оптики — 325.

У

Увлажнение фильмов — 278.
Узкая пленка — 499.
Узкопленочник — 28, 503.
Уровень помех — 373, 449.
Усадка пленки — 250, 279.
Усилитель — 29, 368, 382, 527, 532.
Условные обозначения в электрических схемах — 44.
Условные обозначения качества обработки и видов поверхностей изделий — 475.

Ф

Фарада — 83.
Фарфоровые изоляторы — 125.
Фенакистископ — 7.
Фильмовый канал — 288, 509.
Фильмокопия — 19.
Фильмопротяжный тракт — 284.
Фильмостат — 279.
Фильтр звукоблока — 23, 512.
Фильтр сглаживающий — 348.
Фокусное расстояние — 305.
Фон — 373.
Фоноавтограф — 12.
Фонограмма — 18.
Фонограф — 12.
Фотоэлемент — 13, 365.
Фотоэффект — 13.
Фрикционный ролик — 291.
Фурма — 236.

Х

Хронофотограф — 9.

Ц

Цвет побежалости — 467.
Цветное кино — 20.
Цветные металлы — 40.
Целлулоид — 10, 244.
Цементация — 40.
Цемент — 127.
Цилиндр — 145.
Цилиндрическая оптика — 518.
Циркуль — 455.

Ч

Частота — 76.
Частотная характеристика — 372.
Частотомер — 95.
Чертилка — 454.
Чувствительность фотоэлемента — 366.
Чугун — 37.

Ш

Шабер — 463.
Шаблоны — 445.
Шабровка — 463.
Шатун — 149.
Шахматное смещение — 251.
Шеллак — 126.
Шестерни — 296, 515.
Шланг фотоэлемента — 384.
Шлиц — 296.
Шплинтовка — 220.
Штангенциркуль — 470.
Штатив — 281.
Штрих световой — 326.
Шунт — 91, 104.

Щ

Щетки — 109.
Щеткодержатели — 109.
Щуп — 474.

Э

Экран — 315.
Экранированная лампа — 356.
Эксцентрик — 296.
Электрические единицы — 96.
Электрические провода — 127.
Электродвигатель асинхронный — — 335, 522.

Электродинамические приборы — 89.
Электромагнит — 68.
Электромагнитная индукция — 69.
Электромагнитные приборы — 88.
Электрон — 47, 344.
Электронная лампа — 344.
Электростанция — 34.
Эмиссия — 346.
Эмульсия — 245.
Эффект Эдисона — 344.

Я

Ярмо — 106.
Яуф — ящик упаковки фильмов — 270.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

От автора 3
Введение . . . 5

Часть I
Общие сведения

Глава 1. **Кино, его возникновение и развитие** . 7
Изображение движения 7
Запись звука 12
Пути развития кинотехники 14

Глава 2. **Киносъемка, запись звука и печать фильмокопий** . . . 16
Киносъемка 16
Оптическая запись звука в кинофильме 17
Печать фильмокопий 19
Цветное кино 20

Глава 3. **Кинопроекция и звуковоспроизведение** 22
Схема звуковой кинопроекции 22
Субтитры и дубляж 24

Глава 4. **Классификация киноаппаратуры и оборудования** 25
Стационарная проекционная аппаратура 25
Передвижная проекционная аппаратура 26
Усилители стационарные 29
Усилители передвижные 32
Электросиловое оборудование передвижных киноустановок . . 32
Приспособления для заменителей бензина 36

Глава 5. **Материалы** 37
Черные металлы 37
Обработка металлов . . 38
Цветные металлы . . . 40
Сплавы 41
Пластмассы 42
Прокладочные материалы . . 42
Вспомогательные материалы 43

Часть II
Электротехника

Глава 6. **Графические условные обозначения в электрических схемах** 44

Глава 7. **Основы электронной теории и электростатики** 47
Электрический ток 49
Электродвижущая сила и напряжение 51
Электрическое сопротивление и проводимость . . . 53
Закон Ома 57
Соединение сопротивлений 59
Тепловое действие тока 62
Работа и мощность электрического тока . . 64
Контрольные вопросы 64

Стр.

Глава 8. **Магнетизм и электромагнетизм** 65

Магнетизм 65
Электромагнетизм 67
Действие магнитного поля на проводник с током и электромагнитная индукция 69
Самоиндукция 72
Контрольные вопросы 74

Глава 9. **Переменный ток** 74

Параметры переменного тока 74
Цепь переменного тока с самоиндукцией и активным сопротивлением 77
Трансформаторы . . . 79
Автотрансформаторы 80
Емкость конденсатора . 81
Контрольные вопросы . 87

Глава 10. **Электроизмерительные приборы и измерения** 87

Электромагнитные приборы . . . 88
Магнитоэлектрические приборы 89
Электродинамические приборы 89
Условные обозначения для измерительных приборов и классы 90
Измерение силы тока 91
Измерение напряжения 91
Измерение сопротивления 93
Измерение частоты переменного тока . 95
Контрольные вопросы 95
Таблица международных электрических единиц 96

Глава 11. **Электрические машины** 98

Образование электродвижущей силы 98
Назначение коллектора в электрическом генераторе постоянного тока 102
Получение магнитного поля . . . 103
Контрольные вопросы . . . 104

Глава 12. **Устройство электрических машин** 105

Асинхронные генераторы 110
Преобразователи 116
Использование генератора в качестве преобразователя . 119
Контрольные вопросы 120

Глава 13. **Электромонтаж** 120

Основная электрическая арматура 120
Проводники электрического тока 125
Непроводники и изоляционные материалы . 125
Вспомогательные материалы . . . 127
Электрические провода 127
Монтаж электросети 129
Основные инструменты для монтажа и их применение . 135
Контрольные вопросы 136

Часть III

Двигатель внутреннего сгорания

Глава 14. **Устройство и рабочий цикл двигателя** 137

Принцип действия двигателя внутреннего сгорания 137
Кривошипный механизм 145
Распределительный механизм 153
Контрольные вопросы . . . 159

Стр.

Глава 15. **Система питания** 159

Топливо 159
Карбюрация 161
Воздухоочиститель, всасывающая и выхлопная трубы и глушитель 166
Контрольные вопросы 167

Глава 16. **Система зажигания** . . . 168

Магнето 168
Осмотр магнето 173
Уход за магнето 174
Разборка магнето 174
Сборка магнето 175
Установка магнето на двигателе . . 176
Установка зажигания 176
Запальная свеча 177
Контрольные вопросы 178

Глава 17. **Регулирование числа оборотов двигателя** 178

Регулятор двигателя В-3 179
Регулятор двигателей Л-3 и Л-3/2 179
Контрольные вопросы 181

Глава 18. **Охлаждение двигателя** . . . 181

Система охлаждения двигателей Л-3 и Л-3/2 182
Система охлаждения двигателя В-3 184
Контрольные вопросы 184

Глава 19. **Смазка двигателя** 185

Система смазки 185
Масляный насос двигателей Л-3 и Л-3/2 . 187
Масляный насос В-3 188
Смазка двигателя во время эксплоатации 188
Контрольные вопросы 189

Глава 20. **Пуск двигателя, работа, неисправности, уход и остановка** 189

Подготовка и пуск двигателя 189
Наблюдение за системой распределения 199
Неисправности в распределении 199
Наблюдение за регулятором 200
Уход за системой смазки 201
Неисправности системы смазки 202
Уход за системой охлаждения 202
Дефекты, связанные с ненормальной работой системы охлаждения 203
Уход за системой питания горючим 204
Дефекты, связанные с ненормальной работой системы подачи топлива 205
Уход за системой зажигания 206
Неисправности свечи 206
Дефекты в системе зажигания 207
Остановка двигателя 208
Особенности в работе двигателя В-3 209
Неисправности двигателя В-3 210
Периодические планово-предупредительные осмотры двигателя 211

Глава 21. **Разборка двигателя** 212

Разборка двигателей Л-3 и Л-3/2 . . 212
Особенности разборки двигателя В-3 218

Стр.

Глава 22. **Сборка двигателя** 219
Порядок сборки двигателей Л-3 и Л-3/2 221
Особенности сборки двигателя В-3 223

Глава 23. **Ремонт двигателя** 225
Текущий ремонт 225
Капитальный ремонт 225
Таблица ремонтных размеров . . . 226
Контрольные вопросы 228

Глава 24. **Заменители бензина в двигателях передвижных электростанций** 229
Приспособление для питания бензиновых двигателей керосином 229
Газогенераторная установка 233
Контрольные вопросы 243

Часть IV

35-миллиметровый кинофильм

Глава 25. **Кинопленка** 244
Основа кинопленки 244
Размеры 35-миллиметрового фильма 246

Глава 26. **Размеры, расположение кадров и фонограммы и ракорды.** 252
Технические условия на длину части фильма и количество склеек 254
Ракорды 254

Глава 27. **Склейка фильмов** . . . 256

Глава 28. **Износ поверхностей фильмокопий** 259

Глава 29. **Определение технического состояния фильмокопий** . . 261
Нормы износа части 35-миллиметровой фильмокопии 266
Определение технического состояния поверхностей фильмокопии 270

Глава 30. **Техническая эксплоатация фильмокопии** 270
Приемка и упаковка 270
Противонагарная защита 272
Зарядка фильма в проектор . . 273
Перемотка, проверка и ремонт 274
Изъятие фильмокопий 276

Глава 31. **Чистка и увлажнение фильмокопий** 278
Контрольные вопросы 280

Часть V

Широкопленочный кинопроектор К-25

Глава 32. **Конструкция кинопроекторов** 281
Фильмопротяжный тракт 284
Зарядка фильма в проектор . . 294
Механизм передач 296
Автоматическая противопожарная заслонка 301
Обтюратор 302
Неисправности механизма проектора . 303
Светооптическая система 303
Экран 315
Неисправности изображения на экране 322
Неисправности в движении фильма . 323
Повреждения фильма 324
Звуковой блок 324

Стр.

Неисправности звукового блока 331
Посторонние шумы при звуковоспроизведении 331
Электрооборудование 332

Глава 33. **Модификации (видоизменения) кинопроектора К-25** 338
Особенности кинопроектора К-35 338
Особенности кинопроектора К-101 339
Особенности кинопроектора GTW (Цейс) 342
Контрольные вопросы 343

Часть VI
Усилитель

Глава 34. **Катодная лампа** 344
Выпрямитель кенотронный 346
Кенотроны 349
Трехэлектродная лампа 351
Параметры ламп 354
Тетроды и пентоды 356
Маркировка электронных ламп 358
Многоэлектродные усилительные лампы 359
Замена лампы СО-118 лампой 6Н7 363
Контрольные вопросы 364

Глава 35. **Фотоэлементы** 365
Контрольные вопросы 367

Глава 36. **Понятие об усилителе** 368
Двухтактная схема усиления 369
Искажения и помехи 371
Контрольные вопросы 374

Глава 37. **Детали усилительных устройств** 375
Конденсаторы 375
Сопротивления 377
Моточные детали 380
Контрольные вопросы 381

Глава 38. **Промышленная усилительная аппаратура** 382
Усилитель ПУ-13 382
Усилители ПУ-155 и ПУ-156 388
Усилитель передвижной «Телефункен» . . 388
Усилители для узкопленочников 391
Неисправности в звуковоспроизводящем тракте . 391
Контрольные вопросы 396

Часть VII
Звук и звуковоспроизведение

Глава 39. **Звук** 397

Глава 40. **Громкоговорители** 399
Громкоговоритель ДАТ-4 400
Громкоговоритель ДЧ и «Телефункен» . 401

Глава 41. **Электромагнитный телефон (наушники)** . . 403

Глава 42. **Звукосниматель (адаптер)** 404

Глава 43. **Акустика помещения** 406
Контрольные вопросы 408

Стр.

Часть VIII

Техническая эксплоатация звуковой кинопередвижки

Глава 44. **Подготовка к выезду в маршрут** 409
Примерный перечень технического имущества, необходимого в маршруте 410

Глава 45. **Организация сеанса** 413
Помещение для проведения сеанса 413
Последовательность развертывания кинопередвижки . 413
Пробный пуск проектора 414
Свертывание киноустановки 419
Контрольные вопросы 419

Глава 46. **Система осмотров и ремонтов** 419
Осмотры 421
Программа междуремонтных осмотров аппаратуры и оборудования 421
Виды ремонтов 423

Глава 47. **Учет работы киноустановки** 426
Техническая документация 426
Паспортизация 427

Глава 48. **Учет аварий** . . . 430
Контрольные вопросы 432

Глава 49. **Износ деталей** 432
Износ деталей мальтийской системы 432
Износ зубчатых барабанов 435
Износ направляющих деталей фильмового тракта . 436
Износ деталей звукового блока 439
Контрольные вопросы 440

Часть IX

Ремонт

Глава 50. **Разборка и сборка кинопроектора** . 441
Разборка проектора 443
Разборка мальтийской системы . . 444
Сборка проектора 445
Испытание аппаратуры после ремонта . 448
Контрольные вопросы 449

Глава 51. **Слесарное дело** . 449
Рабочее место . 449
Рубка 452
Разметка . . . 454
Резание металла . 455
Опиловка . . 456
Сверление 458
Раззенковывание и развертывание 459
Клепка 461
Нарезание резьбы . . 461
Шабровка и притирка 463
Паяние 464
Термическая обработка . . 465
Контрольные вопросы 468

Глава 52. **Измерительный инструмент** . 469
Метр. Масштабная линейка . 469
Штангенциркуль 470

Стр.

Микрометр 472
Индикатор 473
Щуп 474
Хранение мерительного инструмента 474
Контрольные вопросы 474

Глава 53. **Проверка качества запасных частей** 475

Проверка кинобарабанов 476
Проверка эксцентриков 476
Проверка мальтийского креста 476
Проверка звукового барабана 477
Проверка фрикционного ролика 477
Проверка роликов 477
Проверка осей и валов . 477
Проверка полозков . . . 478
Проверка кадровой рамки . 478
Проверка шестерен . . 478
Контрольные вопросы 479

Часть X

Техника безопасности

Глава 54. **Противопожарная профилактика** 480

Опасность воспламенения фильма в проекторе . 481
Помещение 482
Контрольные вопросы 485

Глава 55. **Огнегасящие средства** . . . 486

Огнетушители 487
Общие правила пользования огнетушителями . 491
Контрольные вопросы 491

Глава 56. **Распорядок при проведении киносеансов** 492

Предупредительные меры 492
Поведение киномеханика в случае пожара . 493
Контрольные вопросы 493

Глава 57. **Условия пожарной безопасности при работе передвижной электростанции** . . . 494

Основные правила 494
Поведение моториста при пожаре 494
Условия общей безопасности при работающей электростанции 495
Контрольные вопросы 495

Глава 58. **Требования безопасности при работе с электрическим током** 496

Опасные напряжения 496
Поражения электрическим током 497
Меры предохранения от поражения электрическим током . 497
Первая помощь пораженным электрическим током . . . 498
Контрольные вопросы 498

Часть XI

Узкопленочное кино

Глава 59. **Основные данные** 499

Преимущества узкопленочного кино 499
Печать узких фильмокопий 499
Стандартные размеры узкого фильма 501

Стр.

Глава 60. **Звуковой кинопроектор 16-ЗП** . 503
Основные технические данные . . . 503
Устройство проектора 503
Движение фильма в проекторе . . 506
Детали фильмопротяжного тракта . . 506
Транспортирующий механизм . . . 510
Звуковой блок 512
Кронштейны . . . 514
Механизм передач 515
Светооптическая система . 516
Звукооптическая система 518
Электрооборудование . . 522
Контрольные вопросы . . 527

Глава 61. **Усилитель ПУ-12** 527

Глава 62. **Усилитель ПУ-46 (ПУ-12М)** 532
Конструктивное оформление ПУ-46 . 532
Назначение и состав комплекта 533
Техническая характеристика и основные технические данные . 533
Устройство усилителя ПУ-46 536

Глава 63. **Громкоговоритель 4А16** 541
Контрольные вопросы 541

Глава 64. **Техническая эксплоатация узкопленочной киноустановки** 542
Смазка 542
Чистка 542
Смена звуковой лампы 544
Юстировка цилиндрической оптики 545
Проверка правильности положения светового штриха на фонограмме 545
Подготовка к демонстрации 546

Глава 65. **Мероприятия по сохранности фильмокопии** 549
Фильм 549
Аппаратура 549
Требования к узкопленочным киноустановкам, эксплоатирующим фильмокопии Главкинопроката 551
Контрольные вопросы 551

Глава 66. **Неисправности в работе киноустановки и их устранение** 552

Глава 67. **Определение технического состояния узкопленочных фильмокопий** 556
Контрольные вопросы 561

Литература 562

Предметный указатель 564

ОПЕЧАТКИ

Страница	*Строка*	*Напечатано*	*Следует читать*
74	14 снизу	электромагнитом	магнитом
80	Подпись к рис. 108	Автотрансформатор КАТ-7	Автотрансформатор КАТ-9
86	16 сверху	от t до t_1	от t_0 до t_1
112	16 снизу	КГ-7, ГПК-1 и ГПК-2.	КГ-7 и ГПК-1.
156	Подпись к рис. 225	*А*—шпиндель; *Б*—конус; *В*—отверстие для чеки	*А*—шпиндель; *Б*—отверстие для чеки; *В*—конус
354	10 снизу	увеличение анодного тока, посредством которого можно добиться увеличения анодного напряжения	увеличение анодного напряжения, посредством которого можно добиться увеличения анодного тока
365	18 снизу	анод	катод
	19 снизу	анод	катод
388	1 снизу	Схема усилителя показана на рис. 440	Схема усилителя показана на рис. 440 и 441
398	6—7 сверху	от 10 до 16 000 герц	от 16 до 16 000 герц
411	15 сверху	Отвертка № 4 (0,5 *мм*)	Отвертка № 4 (3,5 *мм*)
419	8 сверху	в левой части	в правой части
424	5 сверху	2. Ролики прижимные	2. Ролики придерживающие
447	24 снизу	350—400 *г*).	300—350 *г*).
521	27 сверху	подающим	задерживающим
521	15 снизу	подающего	задерживающего

Стр. 552

	Напечатано	*Следует читать*
4. Изображение выходит из рамки	Фильм изготовлен неточно	Во время демонстрации устанавливать рамку фильмового канала по кадру
5. Экран слабо освещен	Неправильная склейка	Переклеить
	Колба проекционной лампы почернела	Сменить лампу

	Следует читать	
4. Изображение выходит из рамки	Фильм изготовлен неточно	Во время демонстрации устанавливать рамку фильмового канала по кадру
	Неправильная склейка	Переклеить
5. Экран слабо освещен	Колба проекционной лампы почернела	Сменить лампу

И. В. Шор, Звуковая кинопередвижка

24 руб. 50 коп.