



К
ИНОМЕХАНИК

9

ГОСКИНОИЗДАТ 1940

КИНОМЕХАНИК

Ежемесячный массово-технический журнал
Комитета по делам кинематографии
при СНК Союза ССР

Сентябрь 1940 9 (42)

Год издания 4-й

В номере:

	<i>Стр.</i>
Конкурс на лучшие рационализаторские предложения и изобретения	1

ОТЛИЧНИКИ КИНОФРОНТА

Ю. ЧЕРГКОВ. Киномеханик-стахановец	3
--	---

КИНОТЕХНИКА

И. ЖЕРЕБЦОВ. Неисправности усилительного устрой- ства УСУ-3 и их устранение	4
И. КОЛЬЧИНСКИЙ. Отрицательная обратная связь в громкоговорителях	15
В. ФУРДУЕВ. Звуковое поле	16
Н. ЖАРКИХ. Детали усилителя	26
В. ТОЛМАЧЕВ. Причины поверхностного износа филь- мов	32
Б. ДРУЖИНИН. Парафинирование фильмов	41

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

М. ДЕВЯТКИН. Полуавтоматическая заслонка для пе- рехода с поста на пост	43
А. СОКОЛОВ. Контрольный экранчик к проектору КЗС-22	44
К. КОКАРОВЦЕВ. Шкаф для хранения запасных частей и инструмента в киноаппаратных	45
ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ	47

Адрес редакции:
Москва, Центр, Ветошный, 5
Телефон К 4-19-50

КИНОМЕХАНИК

Конкурс на лучшие рационализаторские предложения и изобретения

Приказом Комитета по делам кинематографии при СНК СССР от 16 августа с. г. за № 355 объявлен конкурс на лучшие рационализаторские предложения, изобретения и техусовершенствования, дающие возможность добиться улучшения качества кинопоказа и удлинения срока службы фильмокопий в киносети СССР.

Конкурс, рассчитанный в первую очередь на широкие массы киномехаников и работников системы кинофикации и проката, по-новому ставит вопрос массового участия низовых работников киносети в борьбе за качество кинопоказа, за сохранность фильмофонда, за максимальное уплотнение рабочего дня, за неуклонное осуществление на деле вместе со всеми трудящимися нашей родины решений Президиума Верховного Совета СССР от 26 июня и 10 июля.

В поднятии качества кинопоказа до высокого идейно-политического и художественного уровня советских кинокартин громадную роль играют вопросы техники, а больше всего вопросы ее правильного и максимального использования.

Достаточно хорошо известно, что техническое оснащение наших киноустановок находится на весьма низком уровне.

Однако известно и то обстоятельство, что и эта весьма ограниченная техника в киносети используется чрезвычайно слабо.

Правильное ее использование, приложение к этим задачам технической мысли и инициативы работников мест, как правило, позволяет добиться значительно лучших качественных показателей.

В киносети СССР широко известны имена лучших стахановцев киномехаников, которые кроме своей отличной работы в киноаппаратных неустанно творчески ищут пути к внедрению на наших киноустановках новых технических приемов и усовершенствований. Отметим наиболее заслуженных из них.

Тов. Маркин (Кострома) дал ряд ценных изобретений и предложений в области сохранности фильмофонда. Тов. Мачковский кроме ряда оригинальных и продуманных конструкций автоматических процессов в киноаппаратных сумел собрать, организовать и неустанно развивает работу большого коллектива киномехаников — рационализаторов и изобретателей г. Ленинграда. Известны имена тт. Косматова, Байкова, Иванова и других.

Наряду с ними выступают с интересными предложениями новые лица, упорно ищущие новые области в применении своих творческих сил. Члены коллектива свердловских работников кинофикации тт. Германов, Муратов и другие организовали и добились выпуска кинопроекторных углей. Тов. Маметов (Казань) разработал весьма интересную конструкцию автоматического управления дуговой лампой кинопроектора ТОМП-4. Работники ростовских мастерских Киномехпрома тт. Киреев, Демидов и другие разработали конструкции разборных барабанов, деталей из пластмассы. Тов. Румянцев (Алма-Ата) и Цешковский (Краснодар) сконструировали несложные станки для оплетки сгоревшего и поврежденного провода, создав тем самым возможность ремонта генераторов электростанций, до этого продолжительное время лежавших в ма-

стерских омертвленными из-за отсутствия провода. Тов. Найговзин (кинотеатр Москва) сконструировал новый весьма компактный, мощный усилитель (60 ватт) с высоким качеством звуковоспроизведения на трубках вторичной эмиссии, а инженер т. Балакшин, используя только шасси выпрямителя от УСУ-9 и детали этого устройства без каких-либо значительных переделок, добился компактного и дешевого разрешения конструкции 20-ваттного усилителя, по качеству звуковоспроизведения не уступающего УСУ-5. Над аналогичной проблемой в Одессе работают гг. Бакаляр и Дзярский. Тов. Волчек сконструировал силовой дуговой трансформатор без меди. Коллектив ленинградских киноремонтных мастерских дал конструкцию чугунного реостата. Имеется еще большое число других предложений, перечень которых можно было бы увеличить во много раз.

Все эти важные достижения, однако, не уменьшают и многих отрицательных фактов, имеющих место в киносети.

Наряду со слабой помощью со стороны органов Управления кинофикации работам отдельных изобретателей и рационализаторов и само количество их по сравнению с армией киномехаников и работников киносети все еще незначительно. Работают все еще одиночки, в то время как принимать участие в разрешении всех этих проблем должны тысячи.

Существует неправильный взгляд на то, что заниматься изобретательством следует только в области больших проблем, что же касается мелочей, то неловко с ними выходить в свет и т. д. Это в корне неверно. Десятки и сотни мелочей мешают разрешению больших задач, и только опыт большого числа работников может эти мелочи разрешить, а многие из этих мелочей весьма упорны и на решение их следует направить внимание киномехаников, которые пока еще не могут по ряду обстоятельств браться за «большие» проблемы.

Максимально широкий охват масс киномехаников, привлечение их внимания ко всем областям нашей работы, включая и все так называемые мелочи, — вот цель проводимого конкурса. Его успех, а следовательно, и успех работы в области поднятия качества кинопоказа, сохранности фильмофонда в первую очередь зависит от участия в нем широких масс киномехаников и работников органов кинофикации и проката на местах.

Большие обязанности конкурс возлагает и на органы кинофикации и проката на местах, и на профессиональные организации. Без массового участия киномехаников и работников киносети успех конкурса будет неполным. Полагаться на самотек было бы ошибочным. Поэтому первой задачей этих организаций должно быть широкое оповещение по киносети о задачах и целях конкурса, о характере требований, о том, что на конкурсе есть место для любого технического предложения. Необходимо привлечь к конкурсу и «стариков», которые раньше работали в этом направлении.

Следует организовать консультации для лиц, желающих принять участие в конкурсе, так как ряд изобретателей, вносящих ценные предложения, не всегда могут понятно изложить свою мысль, составить чертеж-эскиз. В этом им должна оказать помощь консультация.

Надо не забывать, что конкурс не разовое мероприятие, где можно ограничиться только одним извещением. Вокруг конкурса должна быть развернута широкая организационная повседневная работа, которая должна продолжаться и после окончания конкурса.

В этом залог успеха как самого конкурса, так и поставленных им задач в области улучшения качества кинопоказа и сохранности фильмофонда.

Дружное проведение его, массовое участие в нем киномехаников и работников киносети и проката должны быть их ответом на указы нашего правительства, на дальнейшее укрепление и благосостояние нашей любимой родины.

Отличники Кинофронта

Киномеханик-стахановец

— Мне эта профессия очень нравится!— говорил т. Филенко, когда, работая в колхозе, он наблюдал за работой кинопередвижки.

...В 1933 г. Даниил Андреевич уже работает киномехаником на немой кинопередвижке. Он любит свое дело, всегда заботится, чтобы обслужить население хорошими фильмами, организывает перед началом сеанса лекции, беседы, сам разъясняет сюжет демонстрируемого фильма. Во время посевных и уборочных кампаний выпускает световые газеты, где отражает работу лучших ударников и стахановцев колхоза.

В 1937 г. Николаевский трест кинофикации посылает т. Филенко на курсы киномехаников-звукотехников, которые он оканчивает на «отлично», после чего начинает работать на звуковой автопередвижке. Затем его посылают в отдаленные районы для обслуживания колхозного населения.

В Голопристанском районе Николаевской области Даниил Андреевич работает стахановскими методами и добивается успешных результатов. Он строго придерживается маршрутов, заблаговременно в каждом колхозе, селе вывешивает рекламы демонстрируемого фильма, создает актив киноорганизаторов. Чтобы хорошо обслужить зрителя, Филенко перед началом сеанса тщательно проверяет аппаратуру. Звук и проекция всегда отличные. Даниил Андреевич очень заботливо относится к населению, не оставляет без кинообслуживания самые отдален-

ные и самые малонаселенные пункты. В этом ему помогает шофер-стахановец Яков Блок, бережно относящийся не только к машине, но и ко всей звуковой киноаппаратуре. Филенко подготовил несколько человек киномехаников-звукотехников — тт. Блока, Чурину и стажеров — Быкова, Фикса и др.

В 1939 г., когда героическая Красная Армия освобождала наших единокровных братьев Западной Украины и Западной Белоруссии, Даниил Андреевич сделал подарок родине на фронте кинообслуживания. План 1939 г. он закончил за 10 месяцев на 200%. На Всеукраинском совещании по подведению итогов работы киносети Украины в Киеве Филенко сказал: «По моему методу могут работать все киномеханики. Я обязуюсь план 1940 г. выполнить на 250%». И слова эти, как всегда, не разошлись у него с делом. 103 киносеанса, 27 500 зрителей—взрос-

лых и детей, 25 241 руб. валовых поступлений — это результаты стахановской работы двух месяцев первого квартала 1940 г., а 18 мая Даниил Андреевич выполнил годовой план 1940 г., обслужив 50 000 зрителей — взрослых и детей.

За успешное выполнение заданий на фронте кинофикации Управлением кинофикации при облисполкоме и обкомом союза кинотрактористов УССР киномеханик Филенко награжден ценным подарком.

Ю. Чертков



Д. А. ФИЛЕНКО—кинотехник стахановец Николаевской области

Неисправности усилительного устройства УСУ-3 и их устранение

И. ЖЕРЕБЦОВ

Усилительное устройство УСУ-3 является одним из самых распространенных в нашей киносети. Оно показало себя достаточно устойчивым в работе. Но и в нем наблюдаются иногда те или иные неисправности, которые каждый киномеханик должен уметь тотчас устранять. Для этого необходимо прежде всего научиться быстро находить причины неисправностей путем испытания отдельных узлов и деталей усилительного устройства.

В настоящей статье будут рассмотрены методы нахождения неисправностей и способы их устранения применительно к УСУ-3. В пределах журнальной статьи нельзя охватить все возможные случаи неисправностей и дефектов; все же знание основных методов поможет киномеханику не только ликвидировать аварии и неполадки в работе УСУ-3, но и устранять неисправности во многих других случаях при работе с другой аппаратурой.

1. Приборы для испытаний и их применение

Измерительный прибор ПИП, входящий в комплект УСУ-3, может быть с успехом использован не только для проверки режима плеч оконечного каскада, измерения анодного напряжения усилителя и тока газотронного выпрямителя путем вклю-

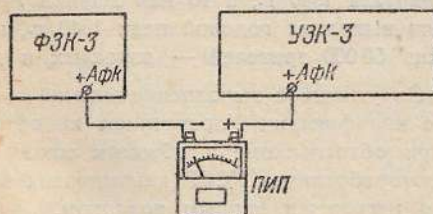


Рис. 1. Включение прибора ПИП для измерения анодного тока ФЗК-3

чения в соответствующие штеккерные гнезда, но и для проверки анодных токов

и исправности анодных цепей фотокаскада и предварительных каскадов усилите-

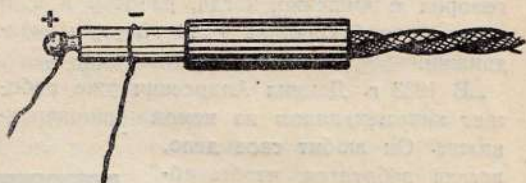


Рис. 2. Полюсы у штеккера прибора ПИП

ля. Это делается следующим образом. Для измерения анодного тока фотокаскада

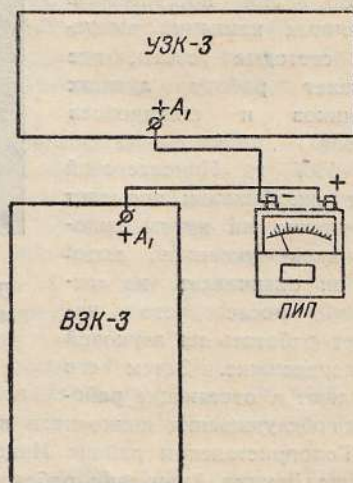


Рис. 3. Включение прибора ПИП для измерения анодных токов предварительных каскадов УСУ-3

(суммарного тока делителя фотоэлемента и лампы ФЗК) включаем ПИП в разрыв провода, соединяющего клеммы +Афк фотокаскада и усилителя, соблюдая полярность (рис. 1).

Если вынуть лампу ФЗК, то прибор покажет ток делителя фотоэлемента.

Полярность самого прибора ПИП определить нетрудно. Приборы ПИП старого

типа (большого размера в деревянных корпусах) имеют две клеммы с указанной полярностью. У новых приборов ПИП, представляющих щитковый прибор 4МШ, укрепленный в деревянной коробке-футляре, можно присоединить провода к контактам штеккера. Плюсом является внутренний контакт штеккера (рис. 2).

Для измерения анодных токов УЗК-3 включаем ПИП в разрыв провода, соединяющего клеммы +А₁ усилителя и выпрямителя (рис. 3). При этом ПИП покажет общий анодный ток всех предварительных каскадов. Если теперь вынуть из усилителя лампы первого каскада, то показание прибора уменьшится и, очевидно, разница в показаниях будет равна анодному току первого каскада. Аналогично можно измерить ток второго каскада, вынимая только его лампы и замечая разницу между общим анодным током всех трех каскадов и суммарным током первого и третьего каскадов. Ток третьего каскада можно измерить непосредственно, если вынуть лампы первого и второго каскадов¹.

Рассмотренный метод имеет тот недостаток, что для измерения приходится отключать провода от клемм ФЗК, УЗК и ВЗК. Кроме того, при значительной утечке в конденсаторах анодных развязывающих фильтров показания прибора не будут соответствовать фактическим значениям анодных токов ламп. Поэтому полезно сделать специальную переходную колодку для проверки режима каскадов. Эта колодка представляет собой пятиштырьковый ламповый цоколь с укрепленной наверху ламповой панелькой (рис. 4). Штырьки цоколя соединяются с соответствующими гнездами панельки проводниками, проходящими внутри цоколя, причем провод анода разрывается и включается на два контакта, укрепленные сбоку на цоколе. К этим контактам присоединяют провода от измерительного прибора. Для некоторых измерений полезно также вывести контакт от сетки, не разрывая ее провода. Подробности устройства колодки ясны из рис. 4.

При пользовании этой колодкой не нарушается монтаж усилительного устройства. Лампа, анодный ток которой мы

хотим измерить, вынимается из панельки и на ее место вставляется колодка. В последнюю вставляется лампа, которая окажется снова включенной в схему. Прибор ПИП, включенный в разрыв анодного провода, измерит точно анодный ток данной лампы. При измерении следует провода, идущие к прибору, делать как можно более короткими. Для этого необходимо ПИП располагать поближе к лампе. Как известно, шкала прибора ПИП, применяемого без добавочных сопротивлений и шунтов, рассчитана на 15 мА.

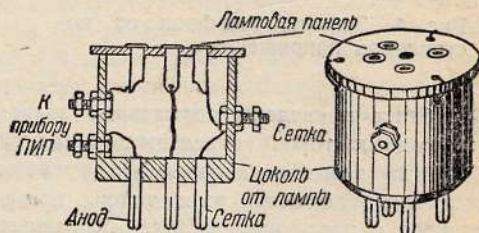


Рис. 4. Устройство колодки для включения прибора ПИП

Нужно иметь в виду, что в исправном усилителе величина анодных токов отдельных каскадов может несколько отличаться от указанных заводом в карте режимов. Это объясняется неоднородностью ламп и некоторой разницей в деталях отдельных усилителей. Таким образом некоторое отклонение величины анодных

Таблица

Токи анода каскадов УСУ-3	Нормальное значение тока (в мА)	Пределы возможных значений тока (в мА)
Ток делителя фотоэлемента	0,7	0,6 ÷ 0,7
Анодный ток лампы фотокаскада . . .	1,7	1,4 ÷ 1,9
Общий анодный ток фотокаскада	2,4	2 ÷ 2,6
Анодный ток первого каскада	1,7	1,4 ÷ 1,9
Анодный ток второго каскада	1,8	1,5 ÷ 2
Общий анодный ток ламп третьего каскада	4,5	3,8 ÷ 5
Анодный ток каждого плеча четвертого каскада	65	55 ÷ 75

¹ Измерять отдельно ток каждой лампы третьего каскада можно, но он не будет составлять половины суммарного тока, потому что при вынутой одной лампе режим оставшейся лампы изменится.

токов от нормального значения еще не является признаком неисправности усилителя. Зато при многих неисправностях, дающих ухудшение воспроизведения звука,

получается ненормальный ток анода в том или ином каскаде, свидетельствующий о дефекте определенных деталей усилителя. Об этом мы расскажем ниже.

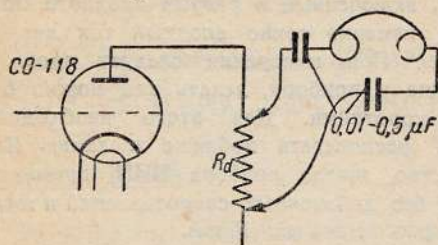


Рис. 5. Защита телефона от постоянного напряжения

В таблице приведены нормальные значения анодных токов отдельных каскадов УСУ-3 (по заводским данным) и пределы фактических значений этих токов, встречающиеся в различных вполне исправных экземплярах.

Нужно заметить, что с помощью описанной выше колодки нельзя измерять анодный ток каждой лампы оконечного каскада, так как он превышает 15 мА и может испортить ПИП.

Следующий простой прибор, необходимый для нахождения неисправностей, это обычный головной телефон (наушник). Он может быть с успехом использован для проверки исправности отдельных деталей и цепей усилительного устройства. При испытании цепей постоянного тока не следует подвергать телефон действию значительного напряжения, например, включать его на анодное напряжение порядка 300 В, так как размагничивается магнит и может перегореть обмотка.

Кроме того, если телефон надет на голову, то при высоком напряжении получится сильный оглушающий щелчок. При необходимости подобного включения обязательно следует последовательно с телефоном ввести добавочное сопротивление в $200\ 000 \div 100\ 000 \Omega$. Для проверки исправности отдельных каскадов часто приходится подключать телефон параллельно анодному сопротивлению того или иного каскада. Наличие звука в телефоне свидетельствует о том, что на данном сопротивлении есть усиленное напряжение звуковой частоты. Однако при таком включении необходимо защитить телефон от постоянного тока с помощью конденсаторов емкостью $0,01 - 0,5 \mu F$ (рис. 5). Тогда подключение телефона не будет изменять ре-

жима питания усилительной лампы. Кроме того устраняется опасность получить удар от высокого анодного напряжения.

Вообще при различных испытаниях со включенным усилителем следует всегда соблюдать осторожность. Нужно изолировать себя от земли (от пола, если он сырой) и по возможности не касаться голых проводов и контактов. Присоединение проводов, как правило, надо делать при выключенном усилителе.

Для удобства подключения телефона к различным точкам схемы усилителя полезно сделать два шнура с пружинными «щупами» (рис. 6). Эти шнуры соединяются с розеткой, в которую включается телефон, как показано на рис. 6. Большую

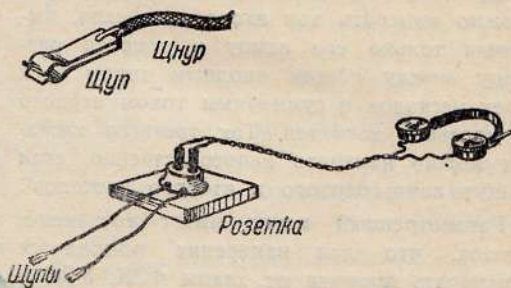


Рис. 6. Устройство для подключения телефона к схеме

помощь при налаживании усилителя может принести адаптер. При проверке исправности отдельных каскадов путем воспроизведения граммофонной записи адаптер включают между сеткой и землей (рис. 7). Для включения одного из проводов на сетку как раз можно использовать контакт сетки, показанный на колодке (см. рис. 4).

Если усилительное устройство не работает от фотоэлемента и имеются подозрения о неисправностях в цепях фотоэлемента, то можно для пробы включить на клеммы +Афэ и -К фотокаскада вместо фотоэлемента адаптер. Так как последний не должен питаться постоянным током, то следует последовательно с ним включить конденсатор на $0,01 \div 0,5 \mu F$. Кроме того нужно также включить последовательно

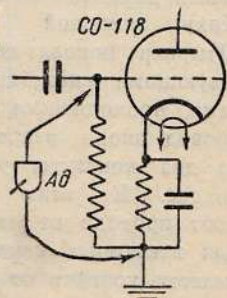


Рис. 7. Включение адаптера на сетку усилительного каскада

сопротивление в $0,5 \div 1 \text{ M}\Omega$, так как напряжение, развиваемое адаптером, слишком велико для фотокаскада и вызовет перегрузку следующих каскадов. Схема включения показана на рис. 8.

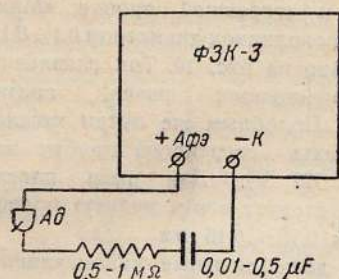


Рис. 8. Включение адаптера для испытания ФЗК-3

При подобных испытаниях вначале нужно всегда ставить регулятор громкости на минимальную громкость.

Вместо адаптера роль генератора переменного напряжения, возбуждающего усилитель, может выполнить телефон, если в него говорить, как в микрофон, или стучать пальцем по его мембране. Включается телефон для этой цели совершенно так же, как и адаптер.

Все рассмотренные приборы (ПИП, телефон, адаптер) обычно имеются в распоряжении кинемеханика. Зато, к сожалению, почти ни в одной киноаппаратной нет высокоомного вольтметра, необходимого для измерения анодного напряжения на лампах и смещения на сетках. Как известно, обычные вольтметры щитового или переносного типа вплоть до самых дорогих и совершенных не пригодны для измерения постоянных напряжений между электродами лампы, так как они потребляют слишком большой ток по сравнению с рабочим током в цепях усилительной лампы.

Чтобы включение вольтметра лишь немного изменяло режим питания лампы и чтобы вольтметр показывал почти точно напряжение между анодом и катодом или между сеткой и катодом, бывшее до включения его, необходимо иметь сопротивление вольтметра по крайней мере в 20 раз больше сопротивления того участка цепи, к которому подключен вольтметр.

Так, например, если анодное напряжение на лампе равно 140 V и анодный ток составляет $1,4 \text{ mA}$, это означает, что внутреннее сопротивление лампы для постоянного

тока между анодом и катодом равно:

$$R_{\text{вн}} = \frac{140}{1,4 \cdot 10^{-3}} = 100\,000 \Omega.$$

Значит, вольтметр, включаемый для измерения анодного напряжения, должен иметь сопротивление не менее $2\,000\,000 \Omega$. Только при этом условии вольтметр будет забирать на себя настолько малый ток, что режим работы лампы почти не изменится. Вольтметры с таким сопротивлением не выпускаются заводами. Однако их нетрудно изготовить, используя чувствительные гальванометры (микроамперметры), выпускаемые Институтом физического приборостроения в Ленинграде и широко распространенные в продаже. Подключив к такому гальванометру несколько добавочных сопротивлений и сделав градуировку, можно иметь превосходный высокоомный вольтметр на несколько шкал, незаменимый для проверки режима и испытания усилителей. (Подробное описание устройства, градуировки и применение такого вольтметра будет дано в специальной статье.)

Более дешевым и простым прибором, служащим, правда, не для измерения, а лишь для определения наличия напряжения, является неоновая лампа сигнального типа (с плоскими дисковыми электродами) на 120 V . Ее потенциал зажигания обычно равен $70 \div 80 \text{ V}$ и поэтому ее можно применять как индикатор (указатель) напряжения лишь в анодной цепи. Кроме того, неоновая лампа может включаться к первичной обмотке выходного трансформатора в качестве визуального индикатора переменного напряжения звуковой частоты. Для того чтобы неоновая лампа потребляла небольшой ток и не нарушала режима усилительного каскада, нужно последовательно с ней включать сопротивление в несколько сот тысяч ом. При определении наличия анодного напряжения на той или иной усилительной лампе неоновую лампу включают между анодом и катодом или между анодом и землей (рис. 9).

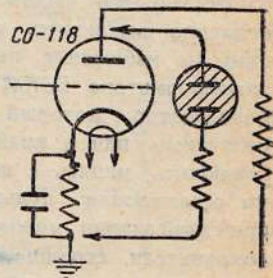


Рис. 9. Включение неоновой лампы для определения наличия анодного напряжения

Аналогичным включением можно проверить наличие анодного напряжения на

фотоэлементе. При всех таких включениях неоновой лампы или вольтметра или миллиамперметра в анодную цепь одного из предварительных каскадов следует ставить регулятор громкости на минимум во избежание громких щелчков в динамиках и возникновения опасных перенапряжений в последних каскадах. Можно также присоединять приборы при выключенном усилителе, а затем для производства измерения включить усилитель.

Перейдем теперь к рассмотрению неисправностей в отдельных частях и цепях УСУ-3.

2. Методы определения неисправных частей усилительного устройства

Некоторые неисправности бывают настолько очевидны, что не приходится даже говорить о каких-либо серьезных поисках причин этих неисправностей. Если, например, воспроизведение звука отсутствует, анодное напряжение на усилителе равно нулю, в кенотронах ВЗК-3 наблюдается свечение и из нитей кенотронов вылетают светящиеся частицы, то можно с уверенностью сказать, что произошло короткое замыкание выпрямителя, очевидно, вследствие пробоя одного из конденсаторов сглаживающего фильтра. Тогда нужно немедленно выключить усилительное устройство во избежание перегорания силового трансформатора ВЗК-3 и найти пробитый конденсатор, который придется заменить исправным или в крайнем случае хотя бы отключить, мирясь с некоторым ухудшением сглаживания пульсаций. Вместе с тем при такой аварии можно утверждать, что предохранители, стоящие на ЦЗК-3, не выполняют своей роли, так как при коротком замыкании выпрямителя вследствие значительного увеличения силы тока, забираемой от сети, предохранители должны были сгореть. Совершенно ясно, что всякие так называемые «жучки», представляющие собой комки проволоки, недопустимы. Эти «жучки» могут остаться целыми даже и тогда, когда от силового трансформатора «попадает дым».

Что же касается предохранительных пробок «Миньон», то эти пробки на 4А можно применять лишь при сетевом напряжении 100 или 127 В, когда УСУ-3 потребляет ток в 4А. При сети с напряжением 220 В эти пробки не будут гарантировать выключение усилителя при авариях, так как нор-

мальный ток в этом случае равен 2 А, и, следовательно, пробки не сгорят даже при удвоенной силе тока. Завод Ленкинап, очевидно, не учел этого обстоятельства. Поэтому в последнем случае рекомендуется припаять к сгоревшей пробке «Миньон» медный проводничок диаметром $0,1 \div 0,12$ мм, как показано на рис. 10. Ток плавления такого проводничка равен, примерно, $2,5 \div 3,5$ А. Подобным же путем можно отремонтировать сгоревшую пробку на 4 А (при сети 127 В). Для тока плавления $4,5 \div 5,5$ А следует взять медную проволоку диаметром $0,15 \div 0,16$ мм.

Иногда даже опытные киномеханики делают серьезные ошибки при определении неисправностей. Автору пришлось наблюдать такой случай. Воспроизведение звука через громкоговоритель сопровождалось сильными тресками и прерывалось, но в то же время телефон, включенный на выход усилителя или на концы, идущие от звуковой катушки динамика, давал нормальное воспроизведение. Совершенно ясно, что происходило нарушение контакта в оборванном проводничке звуковой катушки. Но киномеханик, столкнувшись с этим фактом, почему-то вообразил, что неисправность имеется где-то в шлангах фотоэлемента или фотокаскада. Таким образом, киномеханик не смог сообразить, что в этом случае неисправность может быть только в звуковой катушке, но никак не в усилителе.

Поэтому при наличии какой-либо ненормальности в работе усилителя нужно прежде всего определить, в какой части усилительного устройства имеется неисправность. Пусть, например, устройство не работает от фотоэлемента, но дает нормальное воспроизведение граммпластины при включении адаптера на УЗК-3. Делаем вывод, что неисправность где-то в ФЗК-3 или в цепи фотоэлемента. Для проверки включаем на вход ФЗК-3 вместо фотоэлемента адаптер, как было указано выше (см. рис. 8). Если воспроизведение получается, то ФЗК-3 исправен, а не работает фотоэлемент. Но если воспроизведения попрежнему нет, то ясно, что неисправен ФЗК, и нужно теперь искать дефект в нем. При отыскании неисправности в цепи фотоэлемента нужно с помощью высокоомного

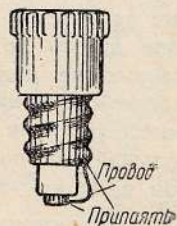


Рис. 10. Исправление пробки

вольтметра или неоновой лампы определить, подается ли постоянное анодное напряжение от ФЗК на фотоэлемент.

Любой неисправный каскад усилителя можно обнаружить, если пробовать подключать адаптер к сеткам различных каскадов или присоединять телефон к анодным нагрузкам различных каскадов. Телефон можно вклю-

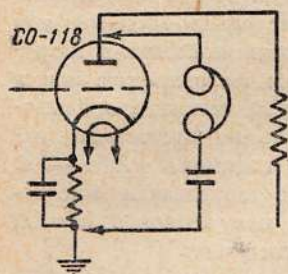


Рис. 11. Включение телефона для испытания каскада

чать, не вскрывая усилитель, между анодом лампы и землей, но обязательно через емкость (рис. 11). Предположим, что при обычном включении адаптера на вход УЗК-3 воспроизведения нет, но оно получается при включении адаптера на сетку второго каскада УЗК-3. Тогда ясно, что неисправен первый каскад. Если телефон, включенный к аноду третьего каскада, дает воспроизведение, но на выходе усилителя нет слышимости, то неисправность, очевидно, в четвертом каскаде или в переходе с третьего каскада на четвертый.

Прежде чем испытывать усилитель по каскадам, следует убедиться в том, что нет таких «неисправностей», как плохой контакт штырьков какой-либо лампы с гнездами ламповой панели. Бывают случаи, когда часами ищут аварии в усилителе, а потом случайно обнаруживается, что надо было пошевелить лампы в своих гнездах и тогда был бы найден плохой контакт и не пропали бы зря несколько часов бесцельных поисков какой-то «хитрой» неисправности. Поэтому всегда нужно сначала убедиться в том, что все лампы накалены, что питающие напряжения поданы на усилитель, что улучшение контакта в ламповых гнездах не дает результатов и т. д. Только после таких предварительных проверок можно перейти к детальному испытанию усилителя и других частей устройства.

3. Неисправности ФЗК-3 и цепей фотоэлемента

Некоторые методы испытания фотокаскада и цепи фотоэлемента уже были рассмотрены выше. Линия фотоэлемента нередко доставляет неприятности. Происхо-

дит это главным образом потому, что завод не обеспечивает комплект УСУ-3 специальным малоёмкостным и имеющим хорошую изоляцию шлангом для фотоэлемента. Этот шланг делают кустарно на месте установки. Поэтому в нем бывают короткие замыкания между проводами или между одним из проводов и экранирующей оболочкой. Конечно, при этом воспроизведения от фотоэлемента получаться не будет. Наличие короткого замыкания можно определить известным методом с помощью искателя, состоящего из источника тока (1 ÷ 2 элементов) и какого-либо индикатора (телефон, вольтметр, миллиамперметр с добавочным сопротивлением, лампочка)¹.

В частности можно в качестве индикатора тока использовать тот же ПИП, но последовательно с ним надо включить такое сопротивление, чтобы ток не превысил 15 мА (рис. 12). Например, если для искателя с прибором ПИП взят один элемент с напряжением около 1,5V, то следует включить добавочное сопротивление не менее

$$R = \frac{1,5}{0,015} = 100 \Omega.$$

Значительно труднее определить плохую изоляцию в шланге фотоэлемента. В этом

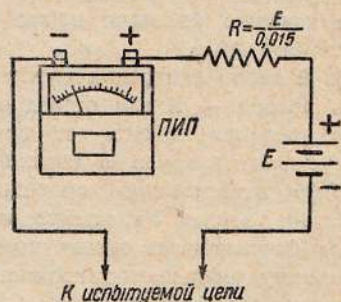


Рис. 12. Искатель повреждений с прибором ПИП

случае нужно пользоваться чувствительным гальванометром (микроамперметром), о котором мы упоминали выше.

Фотоэлемент необходимо вынуть из панели, чтобы его линия была разомкнута. Гальванометр включают в провод + Афэ, как показано на рис. 13. Добавочное сопротивление опять-таки необходимо для ограничения тока на случай очень боль-

¹ О различных искателях подробнее рассказано в статье А. Балакшина. «Кинемеханик» № 10, 1939 г.

шой утечки или короткого замыкания, чтобы не сгорел прибор. Расчет этого сопротивления очень прост.

Если гальванометр имеет шкалу на 50 мА, то, учитывая напряжение 200 В,

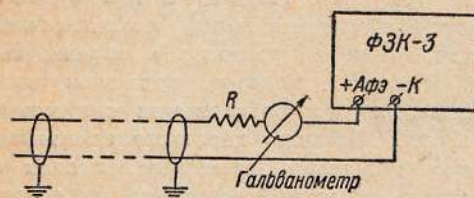


Рис. 13. Испытание качества изоляции линии фотоэлемента

подаваемое на фотоэлемент, получаем минимальное значение сопротивления

$$R = \frac{200}{50 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^6 \Omega = 4 \text{ М}\Omega.$$

По величине отклонения стрелки в схеме рис. 13 можно судить о степени изоляции. Пусть, например, гальванометр показывает 1 мА, тогда, очевидно, сопротивление изоляции будет равно:

$$R_{\text{изол}} = \frac{200}{1 \cdot 10^{-6}} = 200 \cdot 10^6 \Omega = 200 \text{ М}\Omega.$$

Такое качество изоляции можно считать удовлетворительным.

Если при таком измерении пробовать отключать провод — К или отсоединять экранную оболочку шланга от земли, то можно установить качество изоляции провода +Афэ относительно провода — К и относительно земли. Ухудшение изоляции в кабеле фотоэлемента может привести к значительному уменьшению громкости воспроизведения от фотоэлемента.

Иногда от вибрации кабеля в динамиках прослушивается характерный шум работы проектора. Это свидетельствует об изменении емкости между проводами вследствие неплотного расположения их в шланге. Приходится переделывать шланг. В случае, если оболочка шланга теряет контакт с землей, обычно наблюдается сильное возрастание фона.

Сам фотокаскад работает, как правило, устойчиво. Аварии в нем бывают сравнительно редко. Сопротивления с течением времени несколько изменяют свою величину, но это практически не отзывается на качестве воспроизведения. Нарушение контакта в сопротивлениях почти никогда не

встречается, но если оно произошло, то его легко обнаружить с помощью искателя или включением прибора ПИП в провод +Афк, как было указано в начале статьи. Ясно, что при обрыве в анодной цепи лампы СО-118 прибор покажет лишь один ток делителя фотоэлемента 0,7 мА, а при обрыве в одном из сопротивлений делителя, наоборот, будет отсутствовать ток делителя и прибор покажет лишь анодный ток лампы 1,7 мА. Нарушение контакта в нагрузочном сопротивлении фотоэлемента или в сопротивлении его развязывающего фильтра можно обнаружить по отсутствию напряжения 200 В на клеммах +Афэ — К. Наличие напряжения определяем высокоомным вольтметром или неоновой лампой или даже просто телефоном.

Более уязвимой деталью являются конденсаторы. Правда, в ФЭК стоят конденсаторы, испытанные при напряжении значительно более высоком, чем рабочее, но все же пробой их возможен, так как с течением времени и при долгой работе качество диэлектрика в конденсаторах ухудшается. Возможно также возникновение значительной утечки в конденсаторе. Однако до тех пор, пока ток утечки конденсатора остается во много раз меньше рабочего тока в той цепи, которую шунтирует конденсатор, режим усилительного каскада изменяется очень мало и воспроизведение звука практически не ухудшается. Это полностью относится к конденсаторам анодных развязывающих фильтров и конденсаторам, шунтирующим сопротивление автоматического смещения.

Если в ФЭК-3 будет пробит конденсатор развязывающего фильтра фотоэлемента, то анодное напряжение на фотоэлементе станет равным нулю и при этом, очевидно, возрастет ток делителя. При замыкании в конденсаторе, блокирующем сопротивление автоматического смещения, анодный ток лампы возрастет, так как смещение на сетке уменьшится до нуля. Пробой одного из конденсаторов анодного развязывающего фильтра лампы СО-118 обнаруживается по ненормально большому току, измеренному прибором ПИП в проводе +Афк, или по уменьшению анодного напряжения на этой лампе до нуля. Кроме того наблюдается ненормальный нагрев в сопротивлениях фильтра (в одном или в обоих — в зависимости от того, какой конденсатор пробит). Конечно, при этом анодный ток лампы, из-

меренный с помощью колодки (см. рис. 4), будет равен нулю.

Для замены неисправных деталей необходимо иметь под рукой запасные исправные сопротивления и конденсаторы. Об их приобретении нужно позаботиться заблаговременно.

Проверка линии, соединяющей ФЭК-3 с УЭК-3, производится аналогично описанной выше проверке линии фотоэлемента.

В этом случае можно допустить значительно более низкое качество изоляции линии. Если сопротивление изоляции не менее 10 МΩ, то линию уже можно считать удовлетворительной.

4. Неисправности УЭК-3

Все сказанное о нарушении контактов в сопротивлениях, об утечке и пробое конденсаторов в ФЭК полностью относится и ко многим цепям УЭК-3. Чтобы не повторяться, мы остановимся на неисправностях другого типа.

Нарушение контакта в сопротивлении утечки сетки обычно приводит к искажениям и возникновению генерации так называемых релаксационных колебаний, проявляющихся чаще всего в виде периодических щелчков или характерного равномерного шума, напоминающего работу мотора. Такой же эффект может возникнуть при нарушении контакта в конденсаторе анодного развязывающего фильтра.

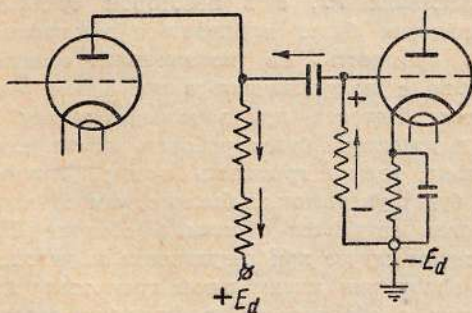


Рис. 14. Образование положительного смещения на сетке от утечки в переходном конденсаторе

Исключительно важное значение для нормальной работы усилителя имеет качество изоляции в переходных сеточных конденсаторах. Если в таком конденсаторе появится заметная утечка, то ток утечки, проходя через сеточное сопротивление,

создаст на сетке лампы положительное смещение. На рис. 14 показано направление движения электронов тока утечки. В результате нормальное отрицательное смещение уменьшится или даже бу-

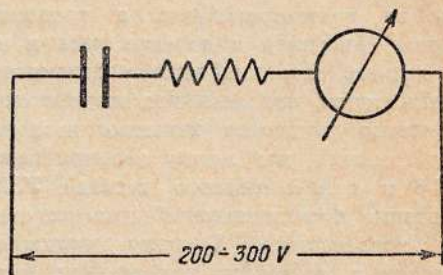


Рис. 15. Схема для испытания качества изоляции конденсатора

дет совершенно уничтожено. Усилитель будет работать с искажениями и с весьма пониженной громкостью. При этом заметно возрастет анодный ток лампы и упадет анодное напряжение на лампе, так как при увеличенном анодном токе возрастет падение напряжения на сопротивлениях, включенных в анодную цепь. Ненормально большой анодный ток можно обнаружить прибором ПИП, включенным с помощью колодки (см. рис. 4).

Для проверки наличия положительного потенциала на сетке от утечки в сеточном конденсаторе нужно соединить проводником сетку (для этого удобен контакт сетки на колодке) с землей, т. е. замкнуть накоротко сеточное сопротивление. Тогда сетка примет потенциал земли, т. е. на ней снова будет нормальное отрицательное смещение без добавочного положительного потенциала, и, следовательно, анодный ток уменьшится до нормального значения. Неисправный, имеющий утечку сеточный конденсатор надо заменить другим, проверенным на утечку. Проверку эту следует делать аналогично описанной выше проверке изоляции линии фотоэлемента.

Собирают цепь, состоящую из гальванометра, предохранительного сопротивления, расчет величины которого был дан выше, и испытуемого конденсатора (рис. 15). В качестве источника напряжения можно использовать ВЭК-3, подключив собранную схему к земле и любой клемме, имеющей потенциал + 320V или + 330V (+ A₁; + A₂; + Афк). Хороший кон-

денсатор должен иметь сопротивление изоляции не менее $200 \div 300 \text{ M}\Omega$, т. е. при испытательном напряжении порядка 300 V гальванометр должен отмечать ток не более $1 \div 1,5 \text{ mA}$. Желательно испытание конденсатора по указанному способу делать не кратковременным, а продолжительным, например в течение часа и даже дольше, так как многие экземпляры конденсаторов, находясь под напряжением, постепенно ухудшают качество изоляции. Надо отметить, что между анодной цепью ФЗК-3 и сеткой первого каскада УЗК-3 включены последовательно два переходных конденсатора. Поэтому ухудшение изоляции в одном из них еще не будет служить причиной ухудшения работы усилителя и не вызовет в первом каскаде УЗК-3 описанных выше явлений.

Положительный потенциал на сетке лампы со всеми вытекающими из этого последствиями может возникнуть не только вследствие утечки в переходном конденсаторе, но и при ухудшении вакуума в лампе. Тогда возникает так называемый ионный сеточный ток, который, проходя по сеточному сопротивлению, тоже создает положительное смещение на сетке. Внешние признаки (уменьшение громкости, искажения, возрастание анодного тока) остаются такими же, как и при утечке в сеточном конденсаторе. Поэтому для определения истинной причины следует попробовать заменить лампу данного каска-

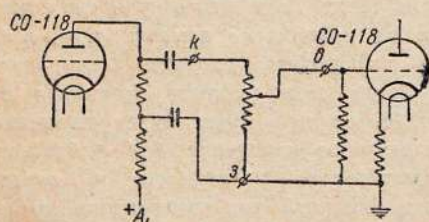


Рис. 16. Схема включения регулятора громкости УЗК-3

да, взяв для замены хотя бы лампу из другого каскада, работающего нормально с нормальным анодным током.

Если замена лампы не даст положительного результата, то делаем вывод, что причиной является утечка в переходном конденсаторе, а не ионный ток сетки.

Встречаются неисправности в регуляторе громкости или в его линии. На рис. 16 изображена схема перехода от второ-

го каскада УЗК-3 на третий через регулятор громкости.

Рассмотрим кратко возможные неполадки в этой схеме. Качество изоляции линии *РГ* не имеет такого большого значения, как в линии фотоэлемента, так как сопротивление самого регулятора невели-

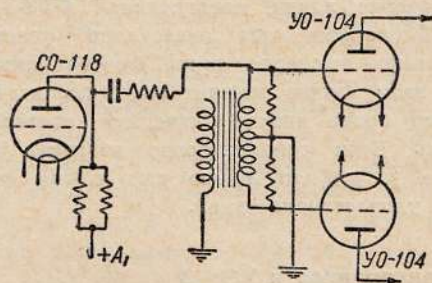


Рис. 17. Схема перехода на мощный каскад при обрыве в первичной обмотке трансформатора

ко. Обрыв в проводе *к* или *д* линии *РГ* уничтожает воспроизведение звука. Лишь за счет емкости между этими проводами может наблюдаться весьма слабое воспроизведение одних высоких частот. Обрыв провода *з* даст эффект воспроизведения с максимальной громкостью, не поддающейся регулированию. Короткое замыкание между *к* и *з* уничтожит воспроизведение, так как коэффициент усиления второго каскада упадет до нуля. При коротком замыкании проводов *д* и *з* получится минимум (нуль) громкости в обоих крайних положениях *РГ*, а в некотором среднем положении будет наблюдаться максимальная громкость, но пониженная сравнительно с получающейся в исправном усилителе. Наконец, при замыкании между *к* и *д* усилитель будет работать почти нормально, только громкость при регулировке будет уменьшаться быстрее, чем обычно. Иногда случаются обрывы в обмотке *РГ*. В таком случае при регулировке на участке от положения минимальной громкости до секции с обрывом воспроизведения совершенно не будет (могут лишь прослушиваться слабо высокие частоты — за счет емкости линии), а затем сразу получится эффект, аналогичный обрыву провода *з*, т. е. воспроизведение с максимальной громкостью, но без возможности регулировать ее.

В схеме перехода от третьего каскада на четвертый неисправности бывают очень редко. Иногда выходит из строя первичная обмотка переходного трансформатора.

В ней может получиться обрыв, потому что канифоль, применяемая для пайки трансформаторного провода, содержит иногда примеси кислот, разъедающих постепенно провод. Если этот обрыв произошел где-то в середине обмотки или у конца, соединенного с землей, то из-за наличия емкости между обмотками остается слабое воспроизведение высоких частот. До замены трансформатора или его перемотки воспроизведение можно восстановить, устроив своеобразную автотрансформаторную схему перехода (рис. 17). Правда, при этом окончательный каскад не будет возбуждаться вполне симметрично, но все же воспроизведение будет достаточно удовлетворительным.

В мощном каскаде неполадки бывают редко. Шунт у штеккерного гнезда иногда отпаивается и тогда при включении прибора ПИП стрелка резко отклоняется и уходит за шкалу. Во избежание порчи прибора его нужно немедленно выключить, осмотреть штеккерное гнездо и шунт внутри усилителя. Чрезмерно большой ток в плече мощного каскада, дающий уход стрелки прибора за шкалу, может получиться также, если в одной из ламп УО-104 нить замкнулась с сеткой. Бывает, что нить перегорает, ее средняя часть отваливается, а оставшиеся куски нити замыкаются на сетку. В этом случае нить продолжает давать электронную эмиссию, и так как смещение на сетке равно нулю, то анодный ток, естественно, сильно возрастает. Анод такой испорченной лампы может сильно разогреться. Воспроизведение звука при этом остается с помощью исправного плеча пушпульной схемы, но громкость значительно понижается и наблюдаются искажения.

Весьма тяжелой аварией является пробой изоляции в первичной обмотке выходного трансформатора. Чтобы не допустить этой аварии, требующей перемотки трансформатора, следует всегда различные замыкания и размыкания, включения и выключения в первых каскадах усилителя делать при положении *РГ* на минимальной громкости или, что еще лучше, при выключенном питании усилителя. Если не соблюдать эту предосторожность, то резкое изменение тока в одном из предварительных каскадов вызовет значительный импульс напряжения, который, будучи усилен последующими каскадами, даст на первичной обмотке выходного трансформатора опасные перенапряжения.

Когда в результате пробоя замыкается накоротко часть витков, замечается уменьшение громкости и искажения. При испытании работы каждого плеча отдельно (путем вынимания ламп то одного, то другого плеча) наблюдается заметная разница в громкости. Замыкание первичной обмотки на сердечник помимо падения громкости до нуля сопровождается еще ненормально большим током, измеренным в штеккерных гнездах, и нагреванием обмотки. Получается также короткое замыкание выпрямителя.

Необходимо отметить, что низковольтные электролитические конденсаторы, шунтирующие сопротивления автоматических смещений в предварительных каскадах, с течением времени сильно снижают свою емкость. Это может явиться причиной некоторого уменьшения мощности на выходе. Имея под руками исправный конденсатор такого типа, можно во время работы усилителя включать его параллельно конденсатору, стоящему в том или ином каскаде (можно также включать на катод лампы и землю, не вскрывая усилитель), и по изменению громкости судить об исправности этой части усилителя.

Серьезное внимание нужно обратить на лампы. Дефектные лампы попадают довольно часто и вызывают целый ряд неприятных явлений: повышенный фон или шум, искажения, генерацию в виде писка, сильный микрофонный эффект, т. е. звон в динамиках при малейших толчках, и т. д. Поэтому следует иметь исправные запасные лампы, чтобы всегда была возможность замены «капризной» или вышедшей из строя лампы.

5. Неисправности в выпрямителе ВЗК-3 и щите питания ЦЗК-3

В начале нашей статьи мы уже касались вопроса о пробое конденсатора сглаживающего фильтра кенотронного выпрямителя и о работе предохранителей в УСУ-3. Следует заметить, что возможен пробой не только бумажных конденсаторов сглаживающего фильтра, но и электролитического конденсатора в 10 μF , стоящего в ВЗК-3. Этот конденсатор тоже является фильтрующим и его замыкание вызовет описанные выше явления. Так как для пушпульной схемы этот конденсатор не является строго необходимым, то его можно заменить бумажным конденсатором на 2 ÷ 4 μF . Неисправности в дросселях

фильтра, как правило, не наблюдаются. Также довольно редки аварии в силовом трансформаторе, который в УСУ-3 сделан заводом достаточно надежно. Пробой изоляции и короткие замыкания наиболее вероятны в повышающей обмотке. Они сопровождаются, как известно, сильным нагревом трансформатора и резким уменьшением напряжений, даваемых выпрямителем; предохранители при этом могут перегореть, если только они не рассчитаны «с большим запасом».

Несколько слов надо сказать о лампах выпрямителя. В кенотронах ВО-116 (2В-400) наблюдается иногда замыкание нити с анодом или перегорание нити с последующим замыканием ее оставшейся части на анод. При этом очевидно, если замыкание произошло только на один анод, то повышающая обмотка будет замкнута на половину кенотрона, оставшуюся исправной. Внутреннее сопротивление кенотрона невелико и поэтому получится короткое замыкание. На рис. 18 стрелками показано направление движения электронов тока короткого

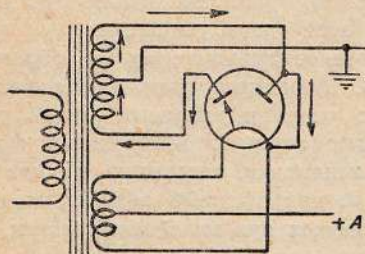


Рис. 18. Короткое замыкание трансформатора при соединении нити с анодом

замыкания. Когда нить замкнется с обоими анодами, то повышающая обмотка будет просто замкнута накоротко. В этих случаях наблюдается сильное искрение и свечение внутри кенотрона. Выпрямленное напряжение становится равным нулю. Если предохранители не сгорят, то необходимо как можно скорее выключить пита-

ние на ШЗК, чтобы не сгорел силовой трансформатор.

Многие киномеханики жалуются на быструю потерю эмиссии у газотрона ВГ-176. Уменьшение срока службы происходит несомненно вследствие того, что анодное напряжение на ВГ-176 включается одновременно с накалом. Толстая нить газотрона не успевает быстро накалиться и поэтому при включении падение напряжения между анодом и катодом получается больше допустимого. В результате активированный катод (из торированного молибдена) подвергается интенсивной ионной бомбардировке и постепенно теряет свою эмиссионную способность.

Получается такое положение, что несмотря на нормальный накал катода ток газотронного выпрямителя бывает слишком мал. К сожалению, завод Ленкинап не предусмотрел возможности включать анодную цепь газотрона после разогрева катода. Это могло бы значительно продлить срок службы ВГ-176, являющегося самой дорогой лампой в УСУ-3. Практически достаточно ввести в провод $+A_3$ (рис. 19) рубильник, который следует включать через несколько секунд после включения общего рубильника питания на ШЗК.

Что же касается ШЗК-3, то он является наиболее «неуязвимой» частью усилительного устройства. Его детали наиболее выносливы и наименее «капризны». Следует лишь заботиться о хорошем состоянии контактов, особенно в хомутиках у сопротивлений, так как вследствие значительного нагрева от большого тока эти контакты могут сравнительно быстро окислиться и ухудшиться.

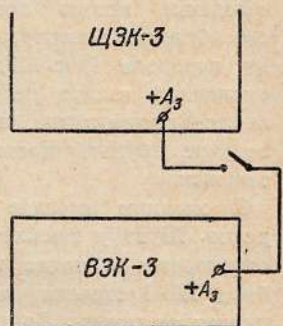


Рис. 19. Включение рубильника в анодной цепи газотрона ВГ-176

Отрицательная обратная связь в громкоговорителях

Инж. И. КОЛЬЧИНСКИЙ

Одним из источников искажений в цепи звуковоспроизводящего тракта является громкоговоритель.

В настоящее время самая совершенная система—это электродинамический громкоговоритель, однако и в этом громкоговорителе получают частотные и нелинейные искажения из-за наличия резонанса подвижной системы, распределенных резонансов по диффузору и т. д.

Как показали исследования, качество звуковоспроизведения в большей мере зависит от равномерности частотной характеристики, нежели от ее диапазона, поэтому получение равномерной частотной характеристики всего звукового тракта является одной из основных задач.

Интересные результаты дает применение отрицательной обратной связи в громкоговорителе—улучшается частотная характеристика и уменьшаются нелинейные искажения, сильно возрастающие при увеличении подводимой к громкоговорителю мощности. Для получения отрицательной обратной связи в громкоговорителях существуют два метода: 1) электроакустический и 2) электромеханический.

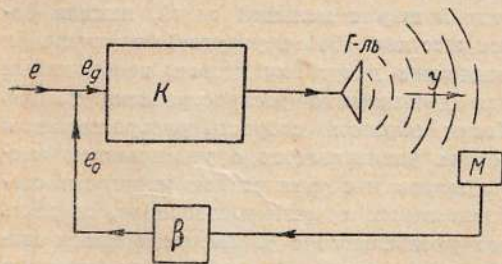


Рис. 1

Электроакустическая отрицательная обратная связь заключается в том, что часть звуковой энергии \mathcal{U} попадает в микрофон M , находящийся в звуковом поле громкоговорителя (рис. 1), затем проходит через регулятор обратной связи β и подается на вход усилителя в противофазе входному напряжению.

Задача регулятора обратной связи β —поддерживать сдвиг фаз между e_0 и e постоянным и не зависящим от частоты подводимого напряжения.

Если в громкоговорителе появляется на какой-нибудь частоте резонансный пик, то звуковая энергия \mathcal{U} , излучаемая громкоговорителем, возрастает, вследствие этого возрастает энергия, попадающая на микрофон, т. е. возрастает e_0 , которое, будучи подведено в противофазе входному напряжению e , уменьшает напряжение e_g . Уменьшение напряжения e_g вызывает уменьшение напряжения на выходе усилителя, т. е. при частоте резонансного пика энергия,

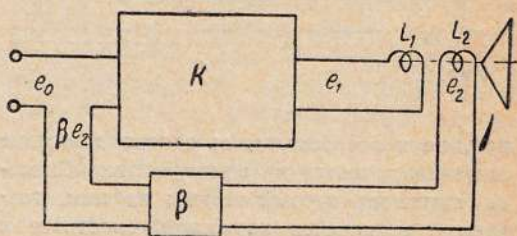


Рис. 2

излучаемая громкоговорителем, из-за наличия отрицательной обратной связи уменьшается, тем самым уменьшится также величина пика и частотная характеристика выравнивается. Причем, как показывают опыты и расчеты, чем большая часть выходного напряжения подается на вход, тем более прямолинейной получается частотная характеристика.

На рис. 2 приведен электромеханический способ отрицательной обратной связи. На каркасе подвижной катушки громкоговорителя помещается обмотка L_2 , которая электрически не связана с катушкой L_1 . При резонансных пиках скорость подвижной катушки L_2 будет максимальной. Таким образом напряжение на концах обмотки L_2 будет также максимальным, так как напряжение $e_2 = Blv \cdot 10^{-8}$ пропорционально скорости перемещения катушки в магнитном поле. Часть напряжения e_2 через регулятор обратной связи β подается на вход усилителя в противофазе входному напряжению e_0 . При этом напряжение на выходе усилителя $e_1 = e_0 K - K\beta Blv \cdot 10^{-8}$ при резонансных пиках уменьшится, потому что при этом возрастает скорость перемещения катушки v .

Звуковое поле *

В. ФУРДУЕВ

Волновое распространение колебаний

Представим себе длинный ряд шариков, подвешенных на нитях и связанных между собою спиральными пружинами (рис. 1). Дадим первому шару нашей цепочки легкий толчок, который заставит шарик сдвинуться со своего места по направлению ко второму шару. Мы увидим, что толчок приведет в движение не только первый ша-

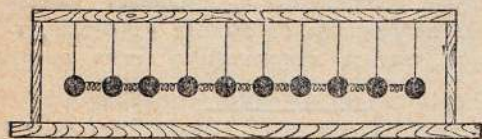


Рис. 1

рик, но и все остальные; однако движение шариков начнется не одновременно. Сначала сдвинется первый шарик; за ним, толкаемый сжавшейся пружиной, сместится и второй; путем второй соединительной пружины это смещение будет передано третьему шару, затем четвертому и т. д. Присмотревшись к поведению цепочки шариков, мы увидим, что начальный толчок как бы побежит вдоль цепочки, сообщаясь по очереди шарикам, отстоящим все далее и далее от первого. При надлежащем подборе веса шариков и упругости соединительных пружин можно легко следить глазами за распространением начального толчка вдоль нашей цепочки. Основным интерес этого несложного опыта заключается в том, что мы встречаемся с движением совершенно особого вида: запаздывающие друг относительно друга смещения шариков создают отчетливую картину некоторого нового движения, направленного вдоль цепочки, движения, которое мы назвали выше распространением начального толчка. Скорость этого движения вовсе не совпа-

дает со скоростью шариков. Действительно, нетрудно, видеть, что толчок распространяется гораздо быстрее, чем движутся в направлении распространения толчка сами шарики; ведь для того, чтобы движение одного шарика сообщалось другому, следующему за ним, толчок должен как бы обогнать один шарик и настигнуть следующий, находящийся впереди.

Попытаемся выяснить, от чего зависит скорость распространения толчка.

Прежде всего очевидно, что чем тяжелее шарик, тем медленнее будет распространяться вдоль цепочки начальный толчок. В самом деле, все шары за исключением первого получают смещение от сжавшейся (или растянувшейся) соединительной пружины: чем тяжелее будет шар, тем медленнее он будет набирать скорость под воздействием приложенного со стороны пружины усилия. Значит, более тяжелый шар получит разгон позже, чем более легкий, достаточный для того, чтобы сдвинуть с места соседний шар; распространение толчка при более тяжелых шарах замедлится. С другой стороны, скорость распространения толчка зависит и от упругости соединительных пружин: более «мягкие» (менее упругие) пружины будут действовать на соседний шар с меньшей силой, нежели более жесткие (более упругие) пружины, и медленнее дадут ему разгон, необходимый для дальнейшего распространения толчка. Таким образом скорость распространения толчка увеличивается с уменьшением массы шаров и с увеличением упругости соединительных пружин и, наоборот, скорость эта уменьшается с увеличением массы шаров и с уменьшением упругости пружин. Эти соображения легко проверить на опыте, изучая распространение толчка при шариках различного веса и пружинах различной упругости.

(Окончание ст. И. Кольчинского.)

При электромеханическом методе необходимо опасаться электрических и индуктивных связей между катушками L_1 и L_2 .

Из приведенных двух методов отрицательной обратной связи в громкоговорите-

лях более практически применимым является электромеханический.

Таковы элементарные принципы применения обратной связи в громкоговорителях. Однако практическое осуществление встречается пока значительные трудности и в настоящее время вопрос не вышел еще из стадии лабораторных исследований.

* Начало см. журнал «Кинемеханик» № 8 за 1940 г.

Видоизменим теперь опыт. Вместо того чтобы сообщить первому шарiku цепочки один единственный толчок, приведем этот шарик в колебания, поддерживая их путем периодического подталкивания шара в направлении его движения. Через некоторое время, необходимое для того, чтобы начальный толчок пробежал вдоль всей цепи, все шарики будут колебаться. Однако колебания шариков не будут синфазными. Каждый следующий шарик начнет колебательное движение позднее предыдущего (чтобы смещение одного шарика сообщалось другому, нужно время), поэтому колебания каждого шарика будут запаздывать по фазе относительно колебаний предыдущего шарика и опережать по фазе колебаний последующего шарика. Фаза колебания будет изменяться при переходе от одного шарика к другому.

Процесс распространения начального толчка вдоль цепочки шариков называется волной; скорость распространения толчка называется скоростью волны или волновой скоростью. Поскольку передача колебаний от одного шарика к другому происходит тем же самым путем, как и передача единичного толчка, постольку мы можем говорить о волновом распространении колебаний. Передача колебаний через некоторую совокупность материальных тел, упруго связанных друг с другом, есть частный случай волнового движения, с которым мы повсюду сталкиваемся в природе. Колеблется ли волнуемая ветром нива, бегут ли по взволнованной поверхности моря седые валы, дрожит ли почва, возмущенная отдаленным землетрясением, — все это дает нам отчетливо видимые и ощущаемые примеры волнового распространения колебаний. И, наконец, явления распространения звука — это один из наиболее интересных и поучительных примеров волнового движения. Звук, издаваемый колеблющимся телом, мы слышим потому, что тело это посылает в окружающее его воздушное пространство звуковые волны, которые, распространяясь по всем направлениям, достигают нашего уха.

Возникновение звуковой волны

Проследим за образованием и распространением звуковой волны на каком-нибудь простом примере, положим на распространение единичного толчка вдоль цепочки упруго связанных между собой шариков; в качестве такого примера выберем звук вы-

стрела духового ружья. В момент, предшествующий выстрелу, воздух в канале отвода сильно сжат поршнем; давление воздуха выталкивает пулю, происходит выстрел. Через открывшееся отверстие сжатый воздух покидает канал ствола и начинает расширяться. Частицы расширяющегося воздуха разлетаются в стороны, однако на сравнительно очень небольшое расстояние, так как свободному их движению препятствуют соседние частицы еще не возмущенного воздуха. Упругое взаимодействие возмущенных частиц воздуха с еще не возмущенными заставляет последние сдвинуться со своего места, уступая натиску расширяющегося у обреза ствола воздуха; эти частицы сближаются при этом с другими частицами, лежащими еще дальше от очага начального возмущения. Сближение частиц означает, что воздух сжался и что упругость его увеличилась. Таким образом сжатие, первоначально сосредоточенное около отверстия ствола, теперь распространилось на некоторое расстояние от него. Вновь возмущенные частицы воздуха в свою очередь толкают соседние с ними и еще более удаленные частицы, до этого находившиеся в состоянии покоя; зона первоначального сжатия распространяется еще дальше. Все происходит совершенно так же, как в ранее описанном опыте с шариками: роль шариков выполняют частицы воздуха, роль пружин — упругие силы, действующие при изменении расстояния между частицами. Обратим, однако, внимание на следующее очень существенное различие: толчок, данный первому шарiku, распространяется в одном только направлении — вдоль цепочки, тогда как толчок, обусловленный выходом сжатого воздуха из канала ствола, распространяется по всем направлениям, поскольку начальный очаг со всех сторон окружен частицами воздуха, оказывающими при сдвиге их в любом направлении упругое противодействие. Если бы мы смогли увидеть глазами сжатие воздуха, т. е. отличить сжатый воздух от несжатого, мы заметили бы, что начальное сжатие распространяется в виде стремительно расширяющегося шара, оболочка которого состоит из сжатого воздуха; круги, изображенные на рис. 2, представляют разрезы через оболочку этого шара в последовательные моменты ее расширения.

Такие равномерно расходящиеся по всем направлениям волны называются шаровыми волнами. Скорость, с которой увеличивается радиус расширяющегося шара, есть ско-

рость звуковой волны или скорость звука; в воздухе при температуре 16°C и атмосферном давлении—скорость звука составляет 340 м/сек. Эта довольно большая величина обусловлена упругостью (давлением) воздуха, с одной стороны, и сравнительно малой плотностью его—с другой¹. При-

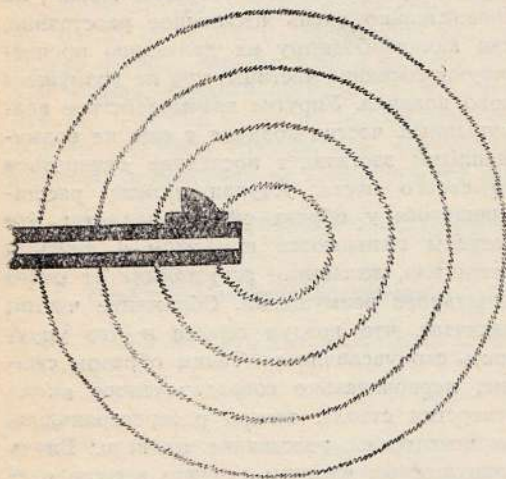


Рис. 2

чины, в силу которых скорость звука зависит от этих факторов, мы легко пойдем, вспомнив рассуждения о скорости распространения толчка вдоль цепочки шаров.

Синусоидальные звуковые волны.
Длина волны, ее связь с частотой и скоростью звука

Перейдем теперь к более интересному для нас случаю, когда звуковая волна вызвана не единичным толчком (вроде выстрела, хлопка ладонями и т. п.), но периодически повторяющимися толчками или же



Рис. 3

простым гармоническим колебанием какого-либо тела. Звуковые волны, возникающие в

¹ Заметим, что скорость распространения так называемых дульных волн, возникающих при выстрелах из мощных пушек, только в некотором удалении (порядка сотен метров) от орудия становится равной 340 м/сек.; в непосредственной близости от орудия эта скорость вследствие огромной упругости сгорающих пороховых газов значительно больше, доходя до нескольких тысяч метров в секунду, но она быстро убывает с расстоянием.

этом случае, условимся называть синусоидальными.

Колеблющееся тело также создает в окружающем его воздухе возмущения: двигаясь вперед, оно сжимает перед собой воздух, при обратном движении позади тела получается разрежение, куда устремляются соседние частицы еще неразрезанного воздуха. Первоначальное сжатие будет распространяться во все стороны; следом за ним начнет распространяться разрежение, за которым последует дальнейшее сжатие, затем еще одно разрежение и т. д. Частицы воздуха, непосредственно прилегающие к колеблющемуся телу и движущиеся вместе с ним, сообщают свое колебание соседним частицам, последние передадут его еще дальше. Если размеры колеблющегося тела невелики, то оно будет посылать в окружающее пространство шаровые волны, и это будет происходить непрерывно в течение всего времени колебаний звучащего тела.

Если мы мысленно выделим какое-нибудь направление, в котором распространяется звуковая волна, то колебания частиц воздуха на этом направлении будут происходить совершенно таким же образом, как и колебания шариков, связанных между собой пружинами. Чем дальше находится та или иная частица от колеблющегося тела, тем позже она начинает свое колебание; каждая последующая частица, колеблясь, отстает по фазе от предыдущей.

Попробуем разобраться в том, каким образом запаздывающие друг относительно друга колебания частиц воздуха приводят к периодическим сжатиям и разрежениям воздушной среды. Для этого обратимся к рис. 3, где изображено направление распространения звуковой волны и положения

частиц воздуха в какой-то произвольно выбранный момент времени; пунктирные кружки изображают начальное положение частиц в отсутствии волны, черные кружки — фактические положения этих частиц в рассматриваемый момент. Стрелки под черными кружками показывают направление движения частиц, тогда как длина этих стрелок в определенном масштабе изображает скорость этого движения. Начнем рассмотрение со второй частицы (слева), которая находится в начальном положении и,

готовая начать новое колебание, движется с наибольшей скоростью вправо, т. е. в направлении распространения волны. Следующая за ней частица еще не дошла до положения равновесия; она движется также вправо, но с несколько меньшей скоростью, так что предыдущая частица нагоняет ее. Следующая (т. е. четвертая слева) частица отстает еще более; она только что начала двигаться вправо, по направлению к начальному положению, и поэтому движется еще очень медленно; частица, следующая за этой, находится как раз в крайнем левом положении и скорость ее равна нулю, так как она меняет направление своего движения. Мы видим, что на том участке волны, где частицы движутся в направлении распространения звука, они сближаются между собою и, значит, здесь происходит сжатие воздуха. Напротив, там, где частицы движутся в направлении, обратном распространению звука, они удаляются друг от друга, так как дальше лежащие частицы отстают в своем движении от близлежащих (см. среднюю часть рис. 3). Увеличение среднего расстояния между частицами приводит к тому, что воздух здесь становится более разреженным.

Заметим, однако, что на участке, лежащем слева от разреженной области, более удаленные частицы нагоняют ближайшие; это должно привести к тому, что через некоторое время, равное половине периода колебания, разрежение должно будет смениться сжатием. Точно так же на участке, лежащем слева от наибольшего сжатия (см. крайнюю правую часть рис. 3), частицы начинают отставать от впереди находящихся частиц, что должно будет привести к смене сжатия разрежением (опять-таки через половину периода).

Таким образом, оказывается, что чередующиеся друг с другом сжатия и разрежения движутся вправо; это движение и представляет собой волновое распространение колебаний частиц воздуха. Очевидно, что при этом в каждой точке на пути звуковой волны сжатия и разрежения периодически сменяют друг друга; мы наблюдаем здесь периодическое изменение давления воздуха, происходящее с той же частотой, с какой колеблются частицы.

Мы видели, что сжатия и разрежения воздуха происходят именно потому, что частицы движутся вдоль направления, по которому бежит волна, то сближаясь друг с другом, то удаляясь друг от друга. Волны такого вида называются продольными. Про-

дольный характер звуковых волн отличает их от волн на поверхности воды, где частицы колеблются вверх и вниз, т. е. поперек направления распространения волны; в этом можно с отчетливостью убедиться, бросив на волну щепку и наблюдая, как волна то поднимает ее, то опускает. Значит, в отличие от звуковых волн волны на поверхности воды являются поперечными. Другой, хорошо известный пример поперечных волн — это волны, бегущие по натянутой веревке, один из концов которой приводится рукой в колебание.

Из рис. 3 видно, что частицы воздуха, лежащие в направлении распространения звуковой волны, колеблются не синфазно: каждая последующая частица отстает от предыдущей. Однако, рассматривая достаточно большое число таких частиц, мы находим среди них и синфазно колеблющиеся. Рассмотрим несколько частиц, находящихся друг от друга на таком расстоянии, которое звуковая волна пробегает за время, равное периоду колебания. В тот момент, когда одна из этих частиц только что кончила первое колебание и готовится начать второе, волна дошла до следующей частицы, которая, следовательно, начнет колебание одновременно с первой; еще через один период волна добежит до третьей частицы, которая начнет свое колебание одновременно с первыми двумя и т. д. Легко понять, что все частицы, расстояние между которыми равно целому числу отрезков, пробегаемых волной за период колебания, колеблются синфазно: они начинают колебания одновременно и движутся всегда в одном и том же направлении.

Расстояние, проходимое волной за один период колебания, называется длиной волны. Отсюда ясно, что

$$\text{длина волны} = \text{скорость звука} \times \text{период колебания}$$

(вспомним, что расстояние, проходимое за некоторый промежуток времени, получается умножением этого времени на скорость движения).

Так как период колебания равен единице, деленной на частоту, мы можем определить длину волны еще и так:

$$\text{длина волны} = \frac{\text{скорость звука}}{\text{частота}}$$

Нетрудно понять, что длина звуковой волны есть расстояние между двумя соседними сжатиями или разрежениями; в случае поперечных волн на поверхности воды два соседних гребня или две соседние впадины

отстоят друг от друга на расстояниях, равных длине волны.

Впоследствии мы неоднократно будем иметь случай убедиться в том, что для отчетливого понимания явлений, которые наблюдаются при излучении и распространении звуковых волн, нужно учитывать соотношения между длиной звуковой волны и размерами как излучающего тела, так и тех тел, которые оказываются на пути распространения звука. Приведем поэтому табл. 1, указывающую длину синусоидальных волн различных частот.

Таблица 1
Длины звуковых волн

Частота (в гц)	Длина волны (в см)	Частота (в гц)	Длина волны (в см)	Частота (в гц)	Длина волны (в см)
50	680	500	68	5000	6,8
100	340	1000	34	6000	5,65
200	170	2000	17	7000	4,85
300	113	3000	11,3	8000	4,25
400	85	4000	8,5	10000	3,4

Рассматривая табл. 1, мы видим, как сильно различаются между собой длины волн низких и высоких звуков — от нескольких метров до нескольких сантиметров. Как мы увидим ниже, это обстоятельство причиняет акустикам очень большие затруднения, совершенно неизвестные, например, светотехникам; эти последние имеют дело со световыми волнами¹, длины которых, хотя и различны, но всегда очень малы (около десятитысячных долей миллиметра) сравнительно с размерами окружающих нас предметов. Вот почему осветить с заданным распределением света зал кинотеатра технически гораздо легче, нежели обеспечить желательное для нас распределение звука на площади, занятой местами зрителей.

Звуковое поле и характеризующие его величины

Область пространства, в которой при распространении звуковых волн частицы материальной среды совершают колебания, на-

¹ Свет, как и звук, представляет собой волновой процесс. Здесь в отличие от звуковых волн мы имеем дело с волновым распространением периодических (колебательных) изменений электрических и магнитных сил. Скорость распространения световых волн очень велика — около 300 000 км/сек.

зывается звуковым полем. В каждой точке звукового поля частицы колеблются с различной амплитудой и фазой, поэтому при измерениях в звуковом поле нельзя ограничиться одной точкой, а нужно охватить большое число их. Только тогда мы можем сказать, что исследовали звуковое поле достаточно подробно.

Какие же величины могут быть прямо или косвенно измерены в звуковом поле с тем, чтобы дать нам представление о колебаниях, происходящих в точке измерения?

Прежде всего эти колебания могут быть охарактеризованы их амплитудой, т. е. наибольшим смещением колеблющейся частицы воздуха из начального положения. Эта величина называется амплитудой смещения. Ее непосредственное измерение затруднительно, так как амплитуды смещения очень невелики: при амплитудах порядка тысячных долей миллиметра мы слышим звук очень большой силы, звуки же нормальной и малой громкости соответствуют амплитудам во много раз меньшим.

Сравнительно легче измерять скорость колебательного движения частиц. В специальных лабораторных условиях при тщательной защите от всякого рода посторонних звуков и шумов можно судить о максимальном значении скорости колеблющихся частиц воздуха по углу поворота легкого слюдяного диска, подвешенного на тонкой кварцевой или стеклянной нити на пути распространения звуковой волны. Максимальное значение скорости колебательного движения, называемое иначе амплитудой скорости, лишь в очень редких случаях превосходит величину порядка 1 см/сек.; в большинстве же случаев амплитуда скорости гораздо меньше.

Зная амплитуду скорости колебательного движения, можно рассчитать и амплитуду смещения. Для того, чтобы понять, как производится такой расчет, будем рассуждать следующим образом. Как мы можем видеть из графика простого гармонического колебания¹, путь, равный амплитуде смещения, проходится за время, равное четверти периода (действительно, за целый период колеблющееся тело проходит путь, равный удвоенному размаху или учетверенной амплитуде). Средняя скорость колеблющейся частицы на пути от начального положения до одного из крайних по-

¹ См. статью автора в журнале «Кинематик» № 8 за 1940 г.

ложений определится как частное от деления пройденного расстояния на время, потраченное на прохождение этого расстояния, т. е.

$$\text{средняя скорость} = \frac{\text{амплитуда смещения}}{\frac{1}{4} \text{ периода}}$$

Припоминая уже известную нам связь между периодом и частотой, мы можем сказать, что

$$\text{средняя скорость} = 4 \times \text{частота} \times \text{амплитуда смещения}$$

Но на протяжении рассматриваемого нами пути скорость колебательного движения не одинакова: она меняется от наибольшего (амплитудного) значения при прохождении через начальное положение до нуля в каждом из крайних положений. Ясно, что амплитуда скорости должна быть больше средней скорости. Расчет, подробностей которого можно не приводить, показывает, что амплитуда скорости в 1,57 раза больше среднего значения, следовательно:

$$\text{амплитуда скорости} = 6,28 \times \text{частота} \times \text{амплитуда смещения}^1$$

Мы видим, что при заданной амплитуде смещения амплитуда скорости растет с увеличением частоты колебаний; напротив, при заданной амплитуде скорости амплитуда смещения тем больше, чем ниже частота. Это обстоятельство, как мы увидим позднее, имеет большое значение, объясняя очень большой размах колебаний звуковоспроизводящих аппаратов (громкоговорителей) на низких частотах.

Однако всего удобнее характеризовать звуковое поле не амплитудами смещения или скорости, но амплитудами (т. е. наибольшими значениями за период) того избыточного давления, которое мы наблюдаем при сжатии воздуха в звуковой волне. Амплитуда избыточного давления есть величина, указывающая, на сколько увеличилось давление воздуха в момент наибольшего сжатия или насколько оно уменьшилось в момент наибольшего разрежения. Таким образом речь идет о величине, характеризующей пределы изменения нормального (атмосферного) давления в процессе звуковых колебаний частиц воздуха. Величина атмосферного давления в очень многих случаях не представляет существенного интереса; акустика очень часто интересуется только периодическими его изменениями в ту и другую сторону от среднего значения. Эта переменная во времени часть воздушного давления называется зву-

ковым давлением; она-то и характеризует процессы, происходящие в звуковом поле.

Амплитуда звукового давления особенно удобна для оценки звукового поля, так как ее нетрудно измерить. Правда, для измерения давления в звуковом поле нельзя воспользоваться обыкновенным барометром, который успевает следовать только за очень медленными изменениями давления, влияющими на погоду; быстрые изменения давления (несколько сот или тысяч раз в секунду) не оказывают на барометр никакого действия. Для измерения звукового давления применяются специальные микрофоны, работающие с усилителями на электронных лампах.

Всякое давление (и звуковое) измеряется силой, действующей на единицу площади. Атмосферное давление составляет, например, около 1 кг/см². Звуковое давление обычно очень невелико, поэтому его удобнее измерять не столь крупной единицей, как 1 кг/см². В акустике пользуются единицей, примерно в миллион раз меньшей, которая называется баром. При давлении в 1 бар воздух давит на каждый квадратный сантиметр граничащей с ним поверхности с силой в 1 дину¹. Амплитуда звукового давления лишь в редких случаях (при звуках очень большой громкости) доходит до нескольких десятков баров, таким образом относительное изменение нормального (атмосферного) давления в звуковом поле очень невелико — обычно меньше тысячной доли процента.

Нетрудно видеть, что звуковое давление пропорционально скорости колебательного движения частиц воздуха. Действительно, при заданной амплитуде смещения сжатие воздуха будет тем больше, чем теснее сближаются частицы при движении в направлении распространения звуковой волны, т. е. чем больше меняется фаза колебания при переходе от одной частицы воздуха к другой, соседней с ней. Это станет ясным, если представить себе, что именно изменение фазы характеризует запаздывание колебательного движения каждой последующей частицы относительно предыдущей, а значит, и их относительное сближение. Но изменение фазы на некотором отрезке пробегаемого волной пути есть отношение вре-

¹ Заметим, что $4 \times 1,57 = 6,28$.

¹ Сила в 1 дину, будучи приложена к массе в 1 г, увеличивает ее скорость на 1 см/сек. за каждую секунду. Сила в 1 кг составляет 981 000 дин, таким образом атмосферное давление близко к 1 000 000 баров.

мени пробега волны по этому отрезку к периоду колебания; значит, чем меньше период, т. е. чем выше частота, тем больше изменяется фаза на заданном отрезке, тем теснее сближаются частицы воздуха при сжатии, другими словами, тем больше ам-

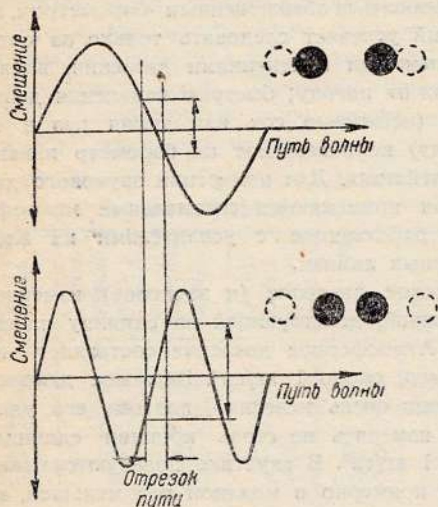


Рис. 4

плитуда давления. С другой стороны, ясно, что амплитуда давления пропорциональна не только частоте, но и амплитуде смещения; при больших амплитудах и сжатие воздуха будет больше. Амплитуда скорости так же, как и амплитуда давления, пропорциональна как частоте колебаний, так и амплитуде смещения, следовательно, амплитуды давления и скорости должны быть пропорциональны друг другу.

Эти, быть может, несколько отвлеченные рассуждения станут яснее, если мы обратимся к рис. 4, на котором изображены две звуковые волны, причем в нижней части изображена волна вдвое более высокой частоты, нежели в верхней части. Вертикальными прямыми линиями ограничен отрезок пути, отделяющий друг от друга две частицы воздуха, начальные положения которых изображены пунктирными кружками. Двухконечные вертикальные стрелки указывают величину сближения этих двух частиц при сжатии; мы видим, что при вдвое более высокой частоте вдвое больше и сближение. Амплитуды же обеих волн одинаковы; значит при заданной амплитуде смещения сближение частиц, а следовательно, и амплитуда давления возрастают пропорционально частоте.

Величины звукового давления и скорости

колебательного движения, как уже сказано, пропорциональны друг другу. Однако амплитуда звукового давления, обусловленная заданной амплитудой скорости, зависит и от физических свойств среды, в которой распространяется звуковая волна: чем большей плотностью и упругостью обладает среда, тем больше будет амплитуда давления при заданной амплитуде скорости колебательного движения. Это нетрудно понять: в более упругой среде сближение частиц вызывает упругие силы, значит, и давление большей величины; с другой стороны, массивные частицы более плотной среды движутся под действием заданного избыточного давления с меньшей скоростью. Указанные свойства среды очень хорошо характеризуются произведением ее плотности на скорость звука в ней; это произведение принято называть акустическим сопротивлением среды:

$$\text{акустическое сопротивление среды} = \text{плотность} \times \text{скорость звука}$$

Связь между амплитудами давления и колебательной скоростью мы можем теперь представить таким образом:

$$\text{амплитуда давления} = \text{акустическое сопротивление} \times \text{амплитуда скорости}$$

Акустическое сопротивление воздуха составляет при нормальных температуре и давлении $41,5 \frac{\text{бар}}{\text{см/сек}}$; таким образом в воздухе

$$\text{амплитуда давления} = 1,5 \times \text{амплитуда скорости}$$

$$\text{амплитуда скорости} = \frac{\text{амплитуда давления}}{41,5}$$

Впоследствии, когда мы займемся изучением работы излучателей звука, мы увидим, что эти соотношения справедливы только в некотором удалении от источника звука; в непосредственной же близости от него, в зоне, радиус которой не превосходит длины волны, явления оказываются гораздо более сложными.

Энергия звукового поля. Плотность энергии и сила звука

Как мы уже знаем, звуковое поле есть область пространства, заполненная колеблющимися частицами. Каждое колеблющееся тело обладает некоторым запасом энергии; это означает, что оно способно совершать работу. Когда колеблющееся тело проходит через положение равновесия, двигаясь при этом с наибольшей скоростью, вся его энергия есть энергия движения или,

как ее иначе называют, кинетическая энергия. В каждом из крайних положений, где колеблющееся тело, меняя направление своего движения, на мгновение останавливается, его энергия является полностью энергией положения или, иначе, потенциальной энергией. При переходе колеблющегося тела из среднего положения в одно из крайних энергия его постепенно переходит из кинетической формы в потенциальную. Так например, подвешенная на пружине гирька обладает при прохождении через среднее положение некоторым запасом кинетической энергии, который, как учит нас физика, равен полупроизведению массы гирьки на квадрат скорости ее движения¹:

$$\text{кинетическая энергия} = \frac{\text{масса} \times (\text{скорость})^2}{2}$$

Двигаясь по направлению к крайнему положению, гирька сжимает или растягивает витки пружины. Благодаря упругому противодействию пружины гирька постепенно уменьшает свою скорость, а, следовательно, и кинетическую энергию, которая переходит в потенциальную энергию сжатой или растянутой пружины. К моменту, когда гирька достигает крайнего положения, этот переход совершится полностью. В каждом же из промежуточных положений энергия нашей системы, состоящей из гирьки и пружины, является частично кинетической, частично потенциальной; общий же ее запас, т. е. сумма кинетической и потенциальной энергии, остается неизменным и равным кинетической энергии в момент прохождения колеблющегося тела через положение равновесия.

Эти рассуждения необходимы нам для того, чтобы уяснить себе следующее важное обстоятельство: звуковое поле, заключающее в себе множество колеблющихся частиц, обладает известным запасом энергии; эта энергия складывается из кинетической энергии движущихся частиц среды (например, воздуха) и потенциальной энергии, обусловленной изменением расстояний между частицами (т. е. изменением давления воздуха). Если взять достаточно большой объем пространства, занятого звуковым по-

лем, то энергии того или другого вида имеются там в равных количествах; это объясняется тем, что среди очень большого количества колеблющихся частиц в любой момент времени найдется одинаковое число таких, которые проходят через начальное положение, двигаясь с наибольшей скоростью, и таких, которые, меняя направление своего движения, неподвижны. То же относится, конечно, и к частицам с любыми другими фазами колебаний.

Энергия звукового поля носит название звуковой энергии. Чаще всего звуковая энергия распределена в звуковом поле очень неравномерно; например, в открытом пространстве звуковая энергия очень быстро уменьшается с удалением от источника звука. Поэтому лишь в редких случаях приходится интересоваться общим запасом энергии в звуковом поле; гораздо интереснее знать, сколько ее приходится на тот или иной малый участок поля. Для этого очень удобно пользоваться величиной, которая указывает, какое количество звуковой энергии заключено в единице объема, например, в одном кубическом сантиметре; эта величина называется плотностью звуковой энергии¹.

Плотность энергии в звуковом поле можно вычислить следующим образом.

Представим себе источник звука, излучающий шаровую волну. Выберем в звуковом поле точку, где частица среды движется в какой-то момент времени с наибольшей (амплитудной) скоростью, проходя через начальное положение; во всех точках, лежащих на поверхности шара, радиус которого равен расстоянию выбранной нами точки от источника звука, частицы движутся также с наибольшей скоростью (рис. 5). Действительно, волна одновременно доходит до всех точек на поверхности этого шара, а, значит, все частицы, лежащие там, колеблются с одинаковой фазой. Выделим теперь на поверхности шара тонкий слой так, чтобы объем слоя составлял 1 см³; форма такого слоя изображена на рис. 6. Так как частицы среды внутри слоя движутся в выбранный момент времени с наибольшей скоростью, то сосредоточенная в слое энергия является полностью кинетической. Масса всех заключенных в слое частиц численно равна плотности среды (поскольку плотность есть масса единицы объе-

¹ Квадратом какой-либо величины называют ее произведение на самое себя; таким образом квадрат скорости равен скорости, умноженной на скорость. Масса тела, о которой судят обычно по силе притяжения этого тела к земле, определяет количество вещества, заключенного в теле.

¹ Не нужно смешивать эту величину с плотностью среды, т. е. с количеством вещества (массою) в единице объема.

ма); скорость движения частиц равна амплитуде скорости; значит, энергия, заключенная в слое объемом в 1 см^3 , или, други-

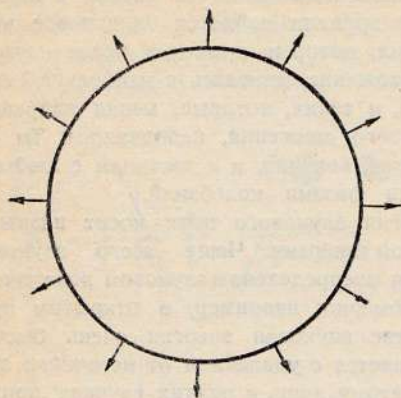


Рис. 5

ми словами, плотность звуковой энергии может быть подсчитана так:

$$\text{плотность энергии} = \frac{\text{плотность среды} \times (\text{амплитуда скорости})^2}{2}$$

Конечно, в какой-то другой момент времени энергия, заключенная в нашем слое, уже не будет чисто кинетической; однако, поскольку общий запас звуковой энергии внутри слоя останется тем же самым, постольку плотность энергии сохранит прежнее, только что вычисленное нами значение.

Так как связь между амплитудами давления и скорости нам уже известна (см. стр. 22), то мы можем на основе приведенной выше формулы выразить плотность энергии через амплитуду звукового давления; результат получится такой:

$$\text{плотность энергии} = \frac{(\text{амплитуда давления})^2}{(\text{плотность среды} \times \text{скорость звука})^2}$$

Если выражать амплитуду скорости в сантиметрах в секунду, а амплитуду давления в барах, то значение плотности звуковой энергии получается в эргах в кубическом сантиметре¹; плотность среды нужно при этом выражать в граммах на кубический сантиметр, а скорость звука — в сантиметрах в секунду.

Пусть, например, амплитуда скорости частицы воздуха равна 1 см/сек. (это, как уже говорилось, соответствует очень громкому звуку). Так как плотность воздуха состав-

ляет $0,0012 \text{ г/см}^3$, то по первой из формул для плотности звуковой энергии получаем:

$$\frac{0,0012 \times (1)^2}{2} = 0,0006 \text{ эрг/см}^3.$$

Этот пример показывает, как мала плотность звуковой энергии даже при очень громких звуках.

Зная величину плотности звуковой энергии, мы можем определить и другую величину, которой часто пользуются для оценки звуковой энергии, переносимой волной при ее распространении в какой-либо среде. Эта величина называется силой звука и определяет количество энергии, проходящее в течение 1 сек. через площадку в 1 см^2 , перпендикулярную к направлению распространения волны. Для того чтобы рассчитать эту величину, представим себе, что звуковая волна проходит через трубу, сечение которой равно 1 см^2 , а длина — расстоянию, проходимому звуком за 1 сек. (т. е. скорости звука). Эта труба изображена на рис. 7, где для случая звуковой волны в воздухе длина трубы взята равной 340 м . Сила звука в соответствии с определением этой величины указывает

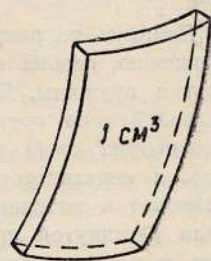


Рис. 6

нам, сколько энергии входит в течение 1 сек. внутрь трубы. Так как эта энергия через 1 сек. заполнит всю трубу (длина которой выбрана как раз таким образом, чтобы звук переходил по ней в 1 сек.), то общее количество энергии внутри трубы будет численно равно силе звука. Разделив силу звука на объем трубы, который при сечении пос-

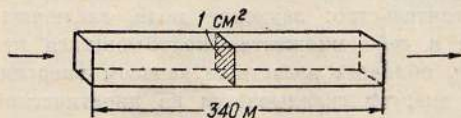


Рис. 7

медней в 1 см^2 численно равен скорости звука, мы получим плотность звуковой энергии. Таким образом:

$$\frac{\text{сила звука}}{\text{скорость звука}} = \text{плотность звуковой энергии}$$

Отсюда мы имеем:

$$\text{сила звука} = \text{плотность энергии} \times \text{скорость звука}$$

Припоминая найденные ранее выражения плотности звуковой энергии через ампли-

¹ Напомним, что 1 эрг есть работа, совершаемая силою в 1 дину на пути длиной в 1 см.

туды давления и скорости, мы легко найдем следующие формулы, которыми пользуются при вычислении силы звука:

$$\begin{aligned} \text{сила звука} &= \text{акустическое сопротивление} \times \\ &\times \frac{(\text{амплитуда скорости})^2}{2} = \\ &= \frac{(\text{амплитуда давления})^2}{2 \times \text{акустическое сопротивление}} \end{aligned}$$

В случае звукового поля в воздухе, акустическое сопротивление которого равно $41,5 \frac{\text{бар}}{\text{см/сек.}}$ (см. стр. 22), мы можем написать:

$$\text{сила звука} = \frac{20,75 \times (\text{амплитуда скорости})^2}{(\text{амплитуда давления})^2} = \frac{83}{83}$$

При амплитуде скорости в 1 см/сек. сила звука в воздухе составляет 20,75 эрг/см²/сек.; при амплитуде давления в 1 бар сила звука равна 1/83 — 0,012 эрг/см²/сек. Сила звука определена здесь в эргах через квадратный сантиметр в секунду; но для силы звука часто пользуются и более крупными единицами: ваттом, милливаттом и микроваттом через квадратный сантиметр. При пересчете от одних единиц к другим можно пользоваться табл. 2.

Таблица 2

	вт/см ²	мвт/см ²	мквт/см ²	эрг/см ² /сек.
вт/см ²	1	0,001	0,000001	0,0000001
мвт/см ²	1000	1	0,001	0,0001
мквт/см ²	1 000 000	1000	1	0,1
эрг/см ² /сек.	10 000 000	10 000	10	1

Устройство этой таблицы таково. Пусть сила звука выражена в единицах, написанных в заголовке вертикальных столбцов; для того, чтобы выразить эту же силу звука в других единицах, написанных в заголовке горизонтальных рядов, нужно умножить число пересчитываемых единиц на величину, стоящую на пересечении соответствующих столбца и ряда. Например, пусть сила звука равна 20 эрг/см²/сек.; мы желаем выразить ее в мвт/см². На пересечении крайнего правого столбца (перечисляемые единицы в эрг/см²/сек.) со вторым рядом (мвт/см²) находим число 0,0001; значит сила звука будет

$$20 \text{ эрг/см}^2/\text{сек.} \times 0,0001 = 0,002 \text{ мвт/см}^2.$$

После этих чисто технических подробностей перейдем к выяснению того, каким образом сила звука и плотность звуковой энергии зависят от пройденного волной расстояния.

Пусть источник звука работает в открытом пространстве, где ничто не препятствует свободному распространению звуковых

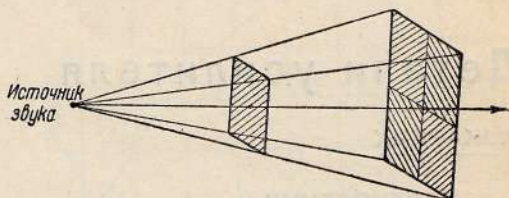


Рис. 8

волн. Посылаемая источником звуковая энергия будет расходиться в стороны и распределяться по поверхности постепенно увеличивающихся размеров. Схема явления показана на рис. 8, где изображены две площадки, поставленные перпендикулярно на пути расходящегося снопа звуковых «лучей»; первая из этих площадок вдвое ближе к источнику звука, чем вторая. Пусть некоторое количество звуковой энергии проходит в единицу времени (например в 1 сек.) через первую площадку; очевидно, то же самое количество энергии пройдет в единицу времени и через вторую площадку. Из рис. 8 видно, однако, что площадь вдвое более удаленной площадки вчетверо больше; значит через 1 см² второй площадки в 1 сек. пройдет вчетверо меньшее количество энергии, чем через 1 см² первой площадки. Другими словами, на вдвое большем расстоянии сила звука (а вместе с нею и плотность звуковой энергии) становится вчетверо меньшей. Мы имеем здесь частный случай общего закона, который гласит: при распространении звука в неограниченном пространстве сила звука и плотность звуковой энергии обратно пропорциональны квадрату расстояния от источника звука. С увеличением расстояния вдвое сила звука уменьшается вчетверо; при утроении расстояния сила звука убывает в 9 раз и т. д.

Заметим теперь, что так как сила звука и плотность звуковой энергии прямо пропорциональны квадратам амплитудных значений звукового давления и скорости движения частиц среды, то сами эти амплитуды должны быть обратно пропорциональны расстоянию от источника звука; во сколько

раз увеличивается это расстояние, во столько же раз уменьшаются амплитуды давления и скорости.

Конечно, эти соотношения справедливы только в случае распространения звука в неограниченном пространстве (да и то только в некотором удалении от источников звука). В тех же случаях, когда волна не

имеет возможности свободно распространяться в любом направлении, например, при распространении звука в трубах, рупорах или в закрытых помещениях, зависимости амплитуд давления и скорости силы звука и плотности звуковой энергии от пройденного волной расстояния могут выглядеть (и действительно выглядят) совершенно иначе.

Детали усилителя

Н. ЖАРКИХ

I. СОПРОТИВЛЕНИЯ

Сопротивления типа СС

Сопротивления типа СС отличаются от сопротивлений типа Каминского тем, что они являются чрезвычайно стойкими и не меняют своего сопротивления от времени при работе с нормальной нагрузкой.

Конструктивно сопротивления типа СС выполнены точно так же, как и сопротивления типа Каминского, но не с черным, а с серым цветом проводящего слоя. 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» нужно понимать как отклонение порядка 10% от величины, указанной на сопротивлении. Нормальная мощность, которую можно рассеять на сопротивлении типа СС, равна 1 Вт (в два раза больше, чем на сопротивлении типа Каминского). Сопротивления типа СС выпускаются от 100 до 500 000 Ом. (рис. 6, б).

Сопротивления типа ТО

Сопротивления американского типа ТО (тонкослойные—опрессованные) отличаются от сопротивлений типа Каминского и СС малыми размерами, длина цилиндрика 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 трубочку длиной 12 мм и диаметром 1,5 мм. С слоем спе-

циальной пайкой соединяются выводные проводники, трубка запрессовывается внутрь изоляционного наружного цилиндрика, являющегося защитным от внешних влияний. Нормальная мощность, которую можно рассеять на сопротивлении типа ТО, равна 0,25 Вт.

Сопротивления типа ТО выпускаются около 100 разных величин в диапазоне от 500 до 10 000 000 Ом.

Обозначение величин сопротивлений производится цветной раскраской цилиндрика сопротивления по следующему способу: корпус и один из торцов сопротивления окрашиваются в определенные цвета, каждый цвет окраски означает одну из цифр от 0 до 9 в следующем порядке:

Цвет	Цифра	Число нулей
Черный	0	—
Коричневый	1	0
Красный	2	00
Оранжевый	3	000
Желтый	4	0000
Зеленый	5	00000
Синий	6	000000
Фиолетовый	7	—
Серый	8	—
Белый	9	—

Цвет корпуса сопротивления означает первую цифру числа Ом; цвет, в который окрашен один из торцов корпуса, — вторую цифру числа Ом, а цветной 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 отклонению от номинала сопротивления помечаются:

- $\pm 5\%$ — золотым ободком или точкой;
- $\pm 10\%$ — серебряным ободком или точкой;
- $\pm 20\%$ — без дополнительных обозначений.

Сопротивления типа ТО значительно менее стойки, чем сопротивления типа СС; основное достоинство сопротивлений ТО — их малый размер (см. рис. 6,а).

Трубчатые сопротивления

Трубчатые (проволочные) эмалированные сопротивления выпускаются Ленинградским заводом «Пролетарий».

Сопротивления выполнены в виде керамической трубки с намотанной на ней высокоомной проволокой (константан, нихром). Снаружи проволока покрыта слоем керамической эмали. По краям трубки выведены гибкие контактные проводники. На цилиндр наклеивается бумажная марка с данными сопротивления.

Слой эмали является надежным защитным покрытием сопротивления. Трубчатая конструкция сопротивления допускает простое крепление его при помощи стержня. Для соединения проводников удобно применять металлические хомуты, к которым припаиваются контактные выводы и провода монтажа.

При работе сопротивления могут нагреваться до 300°C сверх окружающей температуры (при измерении температуры внутри трубки). Трубчатые сопротивления стойки к изменениям температуры и могут выдерживать без повреждений резкие температурные изменения (рис. 6,в).

Заводом «Пролетарий» выпускаются трубчатые сопротивления следующих видов:

15 Вт	от 5 ом до 5000 ом	размер 50×14 мм
23 Вт	от 5 ом до 5000 ом	„ 50×18 мм
28 Вт	от 22 ом до 5600 ом	„ 50×23 мм
50 Вт	от 10 ом до 15000 ом	„ 90×23 мм
88 Вт	от 2,5 ома до 30000 ом	„ 160×23 мм
150 Вт	от 1,35 ома до 50000 ом	„ 215×30 мм

II. КОНДЕНСАТОРЫ

Электролитические конденсаторы

В электролитических конденсаторах диэлектриком служит тонкий слой окиси алюминия, нанесенный на одной из алюминиевых обкладок конденсатора.

Секция электролитического конденсатора изготавливается из двух свернутых алюминиевых полос: оксидированной — анода и неоксидированной — катода, между которы-

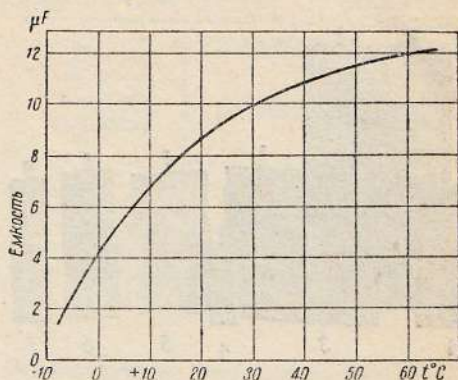


Рис. 1. Зависимость емкости электролитического конденсатора от температуры

ми находится прокладка из волокнистого материала, пропитанного раствором электролита.

По электрическим свойствам электролитические конденсаторы значительно уступают слюдяным и бумажным конденсаторам. Основное преимущество электролити-

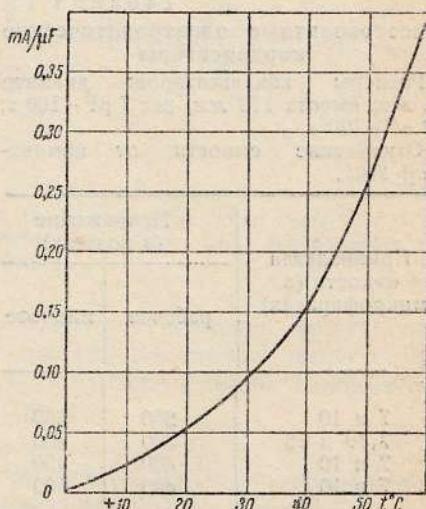


Рис. 2. Зависимость тока утечки электролитического конденсатора от температуры

ческих конденсаторов — малые размеры при значительной емкости и возможность изготовления их для низких напряжений емкостями в несколько тысяч микрофарад.

Электролитические конденсаторы применяются только для цепей постоянного тока и имеют полярность (положительный и отрицательный выводы).

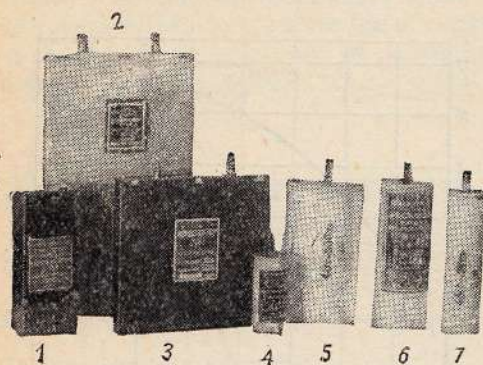


Рис. 3. 1—конденсатор бумажный 1 мкф 1000 в; 2—конденсатор бумажный 2 мкф (тип Треву); 3—конденсатор бумажный 2 мкф 1500 в; 4—конденсатор электролитический 50 мкф 40 в; 5—конденсатор электролитический 500 мкф 40 в; 6—конденсатор электролитический 200 мкф 40 в; 7—конденсатор электролитический 10 мкф 450 в

Электролитические конденсаторы значительно зависят от температуры. Понижение температуры вызывает резкое снижение ем-

го конденсатора (на 450 в) от температуры приведена на рис. 1.

Резкое снижение емкости электролитических конденсаторов при понижении температуры объясняется увеличением сопротивления электролита при охлаждении. При возвращении конденсатора к нормальной температуре емкость его восстанавливается.

Зависимость тока утечки электролитического конденсатора от температуры приведена на рис. 2.

Для выпускаемых в настоящее время электролитических конденсаторов не рекомендуется брать рабочую температуру выше 30°C. При более высокой рабочей температуре необходимо снижать рабочее напряжение на них.

У электролитических конденсаторов наиболее употребительного типа на напряже-

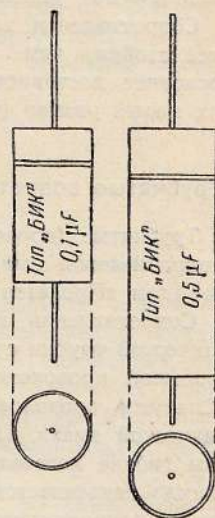


Рис. 4. Конденсатор типа БИК

Таблица 1
Высоковольтные электролитические конденсаторы

Размеры конденсаторов: диаметр 35 мм, высота 112 мм, вес 7 мкФ—100 г; 10 мкФ—120 г.

Отклонение емкости от номинала ± 20%.

Номинальная емкость (в микрофарадах)	Напряжение (в вольтах)	
	рабочее	пиковое
7 и 10	250	300
7,10 и 18	350	400
7 и 10	400	450
7 и 10	450	500

кости; при повышении температуры емкость увеличивается незначительно, но резко возрастает ток утечки, что может привести к нагреву конденсатора за счет тепла, выделяемого в самом конденсаторе током утечки. Зависимость емкости электролитическо-

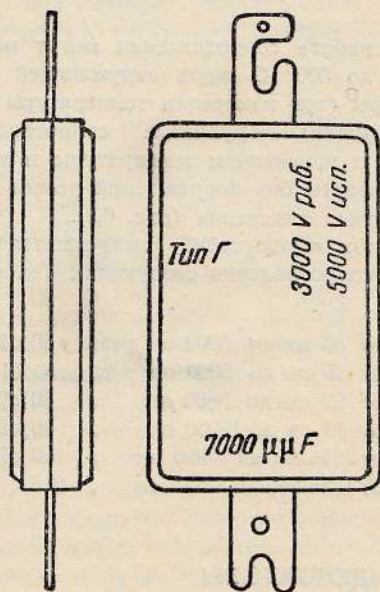


Рис. 5. Конденсатор слюдяной бакелитовый

го конденсатора (на 450 в среднее значение тока утечки составляет 0,03—0,07 ма/мкФ. У конденса-

тров на рабочее напряжение 12 в ток утечки ниже 0,001 $ма/μF$.

Таблица 2

Низковольтные электролитические конденсаторы

Номинальная емкость (в микрофарадах)	Напряжение (в вольтах)		Размер (в миллиметрах)	Вес (в граммах)
	рабочее	пиковое		
40	40	50	35×112	100
50	40	50	35×112	100
50	40	60	27×65	40
200	40	50	45×115	150
500	40	50	65×115	350
200	12	15	35×112	100
500	12	15	45×115	150
1000	12	15	65×115	360
2000	12	15	80×115	640

На электролитических конденсаторах указывается рабочее и пиковое (максимальное) напряжение, при котором конденсатор может работать некоторое время; длительная работа при максимальном напряжении не допускается.

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 преобразование электролита.

Таблица 3

Конденсаторы типа В

Размер 46×27×12 мм; вес около 35 г.

Емкость (в микрофарадах)	Напряжение (в вольтах)	
	рабочее	испытательное
1 000	3 000	7 000
5 000	2 000	5 000
10 000	1 000	3 000
15 000	1 000	3 000

Конструктивно электролитические конденсаторы выполняются в алюминиевых корпусах; в этих конденсаторах корпус является минусом; изолированный от корпуса вывод на верхнем торце — крышке из эбонита является плюсом. Нашей промышленностью изготавливаются следующие типы

электролитических конденсаторов (табл. 1 и 2) (рис. 3, 4, 5, 6, 7).

Таблица 4

Конденсаторы типа Г

Размер 64×40×14 мм; вес около 75 г.

Емкость (в микрофарадах)	Напряжение (в вольтах)	
	рабочее	испытательное
1 000	5 000	11 000
5 000	3 000	7 000
10 000	2 000	5 000
20 000	1 000	3 000
30 000	1 000	3 000

Рекомендуется монтировать электролитические конденсаторы только в вертикаль-

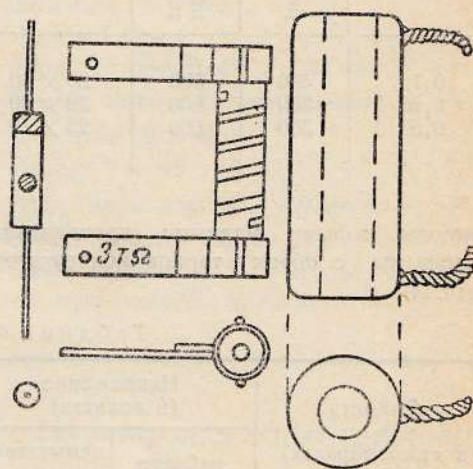


Рис. 6. а — сопротивление типа ТО; б — сопротивление типа СС; в — сопротивление трубчатое

ном положении (выводом вверх), иначе, особенно при повышенной температуре, могут быть случаи вытекания электролита из конденсатора

Слюдяные бакелитовые конденсаторы

Запрессованные в бакелитовую пластмассу слюдяные конденсаторы очень надежны в работе, так как толстый бакелитовый чехол, в который запрессован конденсатор, предохраняет его от наружных повреждений. Выводами в конденсаторе служат латунные пластинки, выходящие из пластмассы с двух противоположных торцов конденсатора. Ассортимент бакелито-

вых конденсаторов, выпускаемых нашей промышленностью, очень велик (рис. 5).

В киноусилителях могут быть применены конденсаторы типа В и Г (табл. 3 и 4).

Конденсаторы типа БИК

Конструктивно эти конденсаторы выполнены в картонных трубках, залитых с обоих торцов асфальтовым компаундом;

Таблица 5

Конденсаторы типа БИК

Емкость (в микро- фарадах)	Напряжение (в вольтах)		Размер (в милли- метрах)
	рабочее	испыта- тельное	
0,1	400	800	20 × 40
0,25	300	600	22 × 40
0,5	300	600	25 × 70

выводы толстыми медными проводниками выпущены с обоих торцов конденсатора (рис. 4).

Таблица 6

Емкость (в микрофарадах)	Напряжение (в вольтах)	
	рабочее	испытатель- ное
1	400	1000
2	400	600 и 800

Размер 112×43×26 мм; вес около 200 г.

Конденсатор рассчитан на крепление хомутом или «висячим» монтажом. Данные конденсатора типа БИК приведены в табл. 5.

Производятся заводом им. Орджоникидзе в Москве.

Бумажные конденсаторы в металлическом кожухе (табл. 6 и 7)

Конструктивно они выполнены в жестяном кожухе, куда помещена секция кон-

денсатора, залитая парафином, сверху которого находится изоляционная планка с выводами, залитая асфальтовым компаун-

Таблица 7

Емкость (в микро- фарадах)	Напряже- ние испы- тательное (в вольтах)	Размер (в милли- метрах)	Вес (в грам- мах)
1	1500	120×121×20	440
2	1500	120×121×20	440
2	2500	210×121×20	730

дом. При монтаже конденсатор крепится скобкой.

Увеличенные типы бумажных конденсаторов в жестяных кожухах у нас принято называть типом «Треву». Конструктивно они отличаются от конденсаторов меньшего типа выводами, выполненными в виде болтиков с гайками для зажимания подводимых проводников (см. рис. 3, 1, 2, 3). Данные конденсатора приведены в табл. 6 и 7.

Производятся заводом им. Орджоникидзе в Москве.

III. ЛАМПЫ

Лампа УО-186

Выпущена для замены снятой с производства лампы УО-104. По сравнению с лампой УО-104 лампа УО-186 имеет следующие преимущества: анодное напряжение увеличено до 400 в, при котором с пушпульного каскада на двух лампах УО-186 можно снять до 7,5 вт мощности.

По размерам лампа УО-186 значительно меньше лампы УО-104. Двойное крепление электродов в баллоне лампы УО-186 исключает возможность искривления электродов, часто наблюдаемое в лампе УО-104.

Лампа УО-186 является триодом непосредственного накала с оксидным анодом.

Ниже приводятся параметры и различные режимы для лампы УО-186.

Усилитель класса А (автоматическое смещение)

Накал	4 в 1 а;	4 в 1 а
Анод	240 в;	400 в
Сетка	-33 в;	-85 в

Сопrotивление в цепи катодa	500 ом	2300 ом	Размеры лампы УО-186: высота 136 мм; диаметр 50 мм.
Анодный ток	62 ма;	37 ма	
Крутизна характеристики	3,7 ма/в;	—	Размеры лампы УО-104: высота 150 мм; диаметр 60 мм.
Коэффициент усиления	3,7;	—	Лампа УО-186 может заменять лампу УО-104 абсолютно во всех схемах.
Внутреннее сопротивление	1200 ом;	—	
Сопrotивление нагрузки	2000 ом;	9000 ом	Кенотрон ВО-188
Отдаваемая полезная мощность	1,5 вт;	3,7 вт	Эта лампа выпущена для замены кенотрона ВО-116 (2В-400), снятого с производства.
Клирфактор (в %)	3,5;	4,5	ВО-188 — двуханодный кенотрон с оксидным анодом (по размерам кенотрон ВО-188 значительно меньше ВО-116), имеет двойное крепление электродов внутри баллона и рассчитан на большую мощность, чем ВО-116.
Допустимое рассеяние на аноде	15 вт;	—	
Усилитель класса АВ₁ (автоматическое смещение)			
Накал	4 в		Данные ВО-116:
Анод	400 в		Накал 4 в 2 а
Сетка	—85 в		Анод (максимум) 400 в 115 ма.
Сопrotивление в цепи катодa (общее)	1000 ом		Размер: высота 158 мм, диаметр 65 мм.
Анодный ток покоя (двух ламп)	55 ма		Данные ВО-188:
Сопrotивление нагрузки	8000 ом		Накал 4 в 2,2 а
Отдаваемая полезная мощность (для двух ламп)	7,5 вт		Анод (максимум) 500 в 150 ма.
Клирфактор (в %)	2,5		Размер: высота 145 мм, диаметр 52 мм.
			Заменять ВО-116 на ВО-188 можно во всех выпрямительных схемах.

В кинопроекционной лаборатории Научно-исследовательского института (НИИКС)

Кинопроекционная лаборатория ведет сейчас большую работу по разработке автоматического устройства для перехода с поста на пост. Здесь суммированы: опыт и предложения с мест, работы института, заграничные конструкции, сходные работы по автоматике на железнодорожном транспорте.

Лабораторией разработан набор совершенно простого инструментария для инспекторского контроля стандартности фильмокопий.

Сконструирован шаблон для проверки правильности расположения деталей лентопротяжного тракта для проекторов ТОМП-4, К-25, КЗС-22 и 16-ЗП.

Сконструирован динамометр для определения уси-

лий протягивания фильма в фильмовом канале проектора.

Сконструированы оптическая приставка для монтажного стола и ручная инспекторская лупа для контроля технического состояния фильма.

Закончена разработка конструкции прибора для определения усилий натяжения пленки на нижних фрикционных устройствах проекторов КЗС-22 и ТОМП-4

Большую работу проводит лаборатория по исследованию эффекта увеличения продолжительности жизни пленки в зависимости от различных методов: парафинирования, вощения, задубливания, лакировки.

Изучаются вопросы реставрации фильма.

Разработана инструкция для определения износа узких немых и звуковых кинофильмов и установления срока их эксплуатации.

Проведены исследования 35-мм пленки с новым пластификатором дибугилфталат (без камфары), в три и более раза дешевле.

Проделана большая работа по чистильным составам для кинофильмов.

Лаборатория ведет работы по вопросам кинофикации большого зала Дворца Советов (на 20 000 человек).

Подвергаются теоретическому и практическому рассмотрению различные варианты кинофикации большого зала Дворца Советов.

Причины поверхностного износа фильмов

В. ТОЛМАЧЕВ

Причины поверхностного износа фильмов удобнее всего подразделять по характеру вызываемых ими повреждений. Общая картина получается при этом наиболее отчетливой и легче сделать практические выводы.

Рассматривая вопрос под этим углом зрения, причины поверхностного износа можно разделить на три основные группы: причины истирания фильма (фрикционных полос, потертостей); причины, вызывающие царапины; причины обуславливающие так называемый «дождь».

Причины истирания фильмов

Явления истирания возникают при трении фильма о поверхности деталей лентопротяжного тракта проектора (т.е. поверхности роликов, барабанов, фильмового канала, звукового трека). Основные источни-

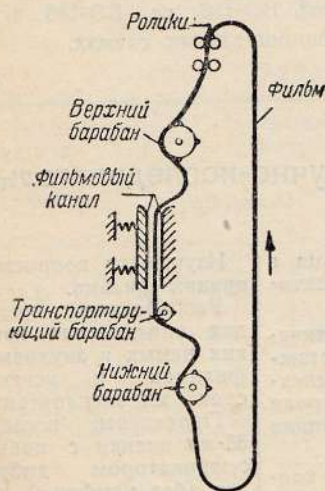


Рис. 1. Схема пропуска контрольного кольца на фильм в проекторе ТОМП-4

ки истирания в каждом отдельном случае могут быть поэтому установлены довольно точно.

В полной мере трение фильма о детали проектора, а следовательно, и истирание

фильма не устранимы. Однако измерения, проведенные в 1938 г. Дашкиевым и Олещиным (Киевский институт киноинженеров), показывают, что коэффициент трения при скольжении по шлифованным металлическим поверхностям весьма невелик (около 0,16—0,20 для трения по стали и около 0,19—0,23 для трения по алюминию). При нормальном состоянии и регулировке лентопротяжного тракта истирание фильма может быть поэтому доведено до весьма незначительной величины.

Вывод этот подтверждается проводившимися во многих местах опытами с прогоном через проектор ненапрянутых колец пленки, а также практическими наблюдениями при испытаниях проекторов посредством контрольных колец пленки 100%-ной годности.

Все, проводившие подобные опыты, указывают, что появление на кольце фильма заметных поверхностных повреждений замечается (в случае хорошей регулировки проектора) лишь после нескольких сот прогонов.

Очевидно, что наблюдаемые на фильмах фрикционные полосы и потертости являются в основном следствием неправильного режима протягивания фильма в проекторе. Неправильности эти, как показывает опыт, могут быть весьма разнообразны, но в принципе их можно свести к трем основным нарушениям оптимального режима:

- 1) чрезмерному прижиму деталей к поверхности лентопротяжных деталей;
- 2) уменьшению степени гладкости трущихся поверхностей и
- 3) заеданию вращающихся деталей, вследствие чего фильм, вместо того чтобы катиться по поверхности соответствующей детали, лишь скользит по ней.

Поскольку величина истирания при одной и той же паре трущихся материалов пропорциональна силе трения, степень истирания фильма во всех указанных случаях увеличивается: в первом случае, вследствие увеличения давления на поверхность фильма, а во втором и третьем—из-за увеличения коэффициента трения.

Наибольшие давления на фильм нормально (перпендикулярно) к его плоскости

имеют место в фильмовом канале и на треке звукоблока. Стремясь уменьшить колебания фильма в кадровом окне, киномеханики зачастую так регулируют давление

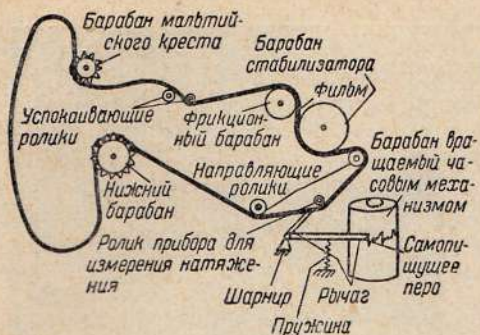


Рис. 2. Схема измерения натяжения фильма в блоке КБ

прижимных полозков, что сила трения в фильмовом канале доходит до 600—800 г. По аналогичным соображениям при зарядке звукоблока пружину фрикционного ролика очень часто чрезмерно зажимают (затормаживают). Фильм вследствие этого натягивается, что соответственно повышает давление его на поверхность трека. Естественно, что и в том и в другом случае по-

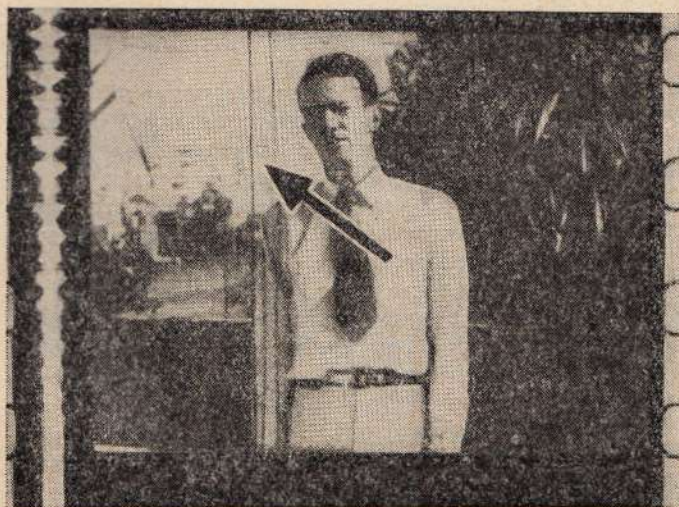


Рис. 3. Внешний вид царапины по изображению при слабом увеличении кадра

верхностный износ фильма резко усиливается.

Гертом и Бодровым (НИИКС) были проделаны следующие опыты. Кольца фильма (длиной от 1—2 м) закладывались в проек-

ционную головку ТОМП-4 (рис. 1) и в звукоблок КБ (рис. 2) и пропускались через них при различных натяжениях, а, следовательно, при различных давлениях на поверхность фильма.

Опыты показали, что степень износа фильма (не только поверхности его, но и перфорации) прямо пропорциональна величине давления на фильм или (что эквивалентно) величине его натяжения. В частности при давлении прижимных полозков фильмового канала около 700 г (суммарно) уже в первые два-три десятка прогонов наблюдались резко выраженные фрикционные полосы на перфорационных дорожках. Напротив, при давлении полозков около 65 г первые следы фрикционных полос наблюдались только после 100 прогонов и достигли более или менее заметной величины лишь после 300—400 прогонов.

Аналогичная картина наблюдалась и при прогоне фильма с различной степенью натяжения через звукоблок. При меньшем натяжении количество поверхностных повреждений также уменьшалось. Следует при этом отметить, что диапазон регулировки натяжения был крайне невелик. Нижний предел натяжения составлял 220—210 г, в то время как новейшие конструкции звукоблоков (например RCA) позволяют уменьшить натяжение фильма до 50—35 г.

Вопрос о влиянии на износ фильма коэффициента трения между фильмом и лентопротяжными деталями не подвергался специальному исследованию. Однако из практики известно, что коэффициент этот имеет для степени истирания фильмов весьма существенное значение. Так например, очень часто наблюдаются загрязнение поверхности деталей и фильма, а также заедание вращающихся деталей вследствие того же загрязнения или перекоса осей. И в том и в другом случаях коэффициент трения значительно увеличивается и, как следствие, значи-

тельно увеличивается степень истирания фильма.

Истиранию фильма при этом, как правило, сопутствуют царапины, так как оседающие на поверхности деталей твердые пы-

линки, частички нагара и т. п. при соприкосновении с более мягкими поверхностями фильма оставляют на них отдельные ясно видимые следы.

Причины, вызывающие появление царапин

Возникновение царапин, вообще говоря, тесно связано с явлениями истирания. Все факторы, обуславливающие истирание, способствуют при наличии некоторых дополнительных условий и появлению царапин. Имеются, правда, и некоторые специфические факторы, обуславливающие появление только царапин, без явлений истирания, но они носят более случайный характер.

Наблюдения за ходом износа фильмов позволяют наметить следующий перечень основных причин появления царапин в порядке их практической значимости для износа фильмов:

- 1) отложения нагара на трущихся о фильм поверхностях лентопротяжного тракта;
- 2) запыление и загрязнение лентопротяжного тракта и самого фильма;
- 3) сход фильма при его проекции с нормальной трассы;
- 4) наличие на поверхностях деталей, трущихся о фильм, заусенцев, рисок, острых краев, раковин и т. п.

Отложения так называемого нагара представляют собой, как известно, результат истирания эмульсионного слоя фильма. Поскольку поверхностная твердость желатины ниже, чем у целлулоида, эмульсия фильма при прохождении его через филь-

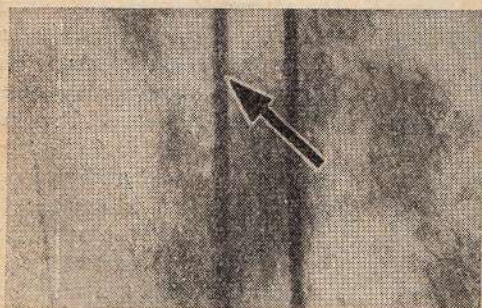


Рис. 4. Та же царапина, что и на рис. 3, при увеличении в 175 раз

мовый канал подвергается (особенно у нового, неизношенного фильма) усиленному истиранию. Образующаяся эмульсионная пыль частично оседает на поверхности по-

лозков фильмового канала и других лентопротяжных деталей и, смешиваясь с пылью из окружающего воздуха, образует иногда довольно значительные отложения.

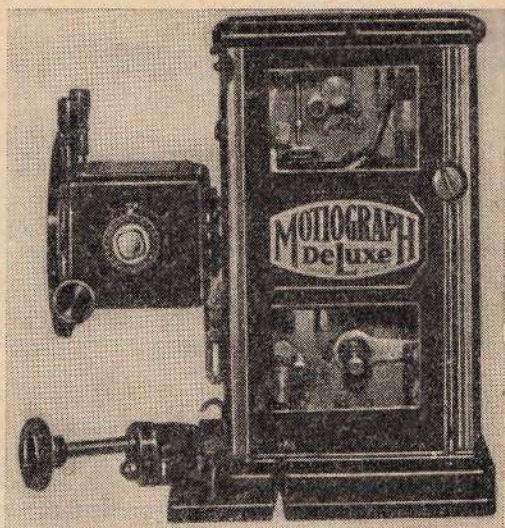


Рис. 5. Типичный пример проекционной головки американского стационарного проектора. В момент демонстрации головка закрыта; охлаждение фильмового канала обеспечивается блендой и током воздуха от закрылок цилиндрического обтюратора. По желанию поставляется вентилятор для охлаждения воздуха внутри всей головки

Под влиянием тепла отложения эти быстро высыхают и приобретают более высокую по сравнению с поверхностью фильма твердость. При остывании фильмового канала (в перерывы между демонстрациями) охлаждающийся нагар благодаря наличию в нем желатины поглощает влагу из воздуха, вследствие чего частицы нагара более прочно слипаются.

Поскольку протягивание фильма в фильмовом канале происходит скачками, отложения нагара при проекции непрерывно деформируются. Вокруг частиц, более плотно приставших к ползкам, образуются бугорки, зачастую острые и вызывающие поэтому на перфорационных дорожках глубокие, а иногда и так называемые надрезающие царапины.

Часть отложений нагара под влиянием силы трения отрывается от ползков и в виде частиц различной величины увлекается движущимся фильмом. Некоторые частицы застревают при этом в фильмовом канале, в межзубцовых углублениях скачко-

вого барабана, на поверхности роликов и т. п. и вызывают тем самым появление царапин в самых разнообразных местах фильма: на изображении, фонограмме, около перфорационных отверстий и т. д.

Впечатление от царапин при этом тем больше, чем больше увеличение при проекции (рис. 3 и 4). Поскольку же увеличение кадра на экране может достигать до 400 — 500 крат, даже неглубокие царапины превращаются в весьма существенный дефект.

Процесс образования нагара наиболее интенсивен в первые этапы эксплуатации фильма, а затем, по мере истирания эмульсионного слоя на перфорационных дорожках, постепенно прекращается. Практический опыт показывает при этом, что чем больше сила трения между фильмом и деталями лентопротяжного тракта, тем быстрее стирается эмульсия перфорационных дорожек и тем значительнее наносимые нагаром повреждения.

Следует заметить, что явления нагара в СССР экспериментально мало исследованы. Те предварительные исследования, которые были сделаны в этой области, принадлежат главным образом американцам (Крабтри и Айвс, Сандвик, Карлтон и др.). Однако даже при современном состоянии наших знаний о процессе образования нагара можно все же утверждать, что применяемые у нас в настоящее время методы борьбы с нагаром (периодическая очистка

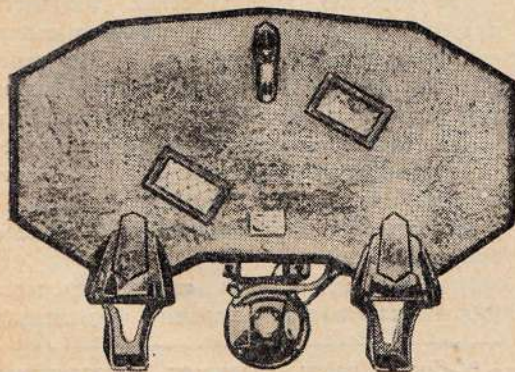


Рис. 6. Американская закрытая моталка. Вид спереди. Пыль, образующаяся при перемотке, отсасывается вентиляторами (см. рис. 7). Благодаря применению специальных устройств натяжение фильма при перемотке практически не меняется

тракта, применение замшевых, кожаных и тому подобных полозков) являются лишь паллиативами и заведомо недостаточны.

По существу говоря, все эти методы сво-

дятся к борьбе не с самим процессом нагара, а лишь с его последствиями. Устраняются или уменьшаются только результаты процесса; вызывающие же его причины

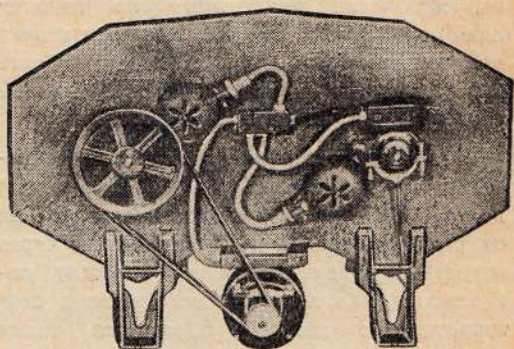


Рис. 7. Американская закрытая моталка. Вид сзади. Видны вентиляторы, служащие для отсасывания пыли, образующейся при перемотке, и для охлаждения фильма

совершенно не затрагиваются. В частности, употребляемые при проекции новых фильмов так называемые «противонагарные» ползки из замши, кожи или сукна обеспечивают от царапин лишь до тех пор, пока ползки эти остаются достаточно мягкими. Отрывающиеся от фильма частицы желатины, смешанные с пылью, вследствие мягкости полозков могут частично вдавливаются в их поверхность, так что в результате количество и глубина царапин на фильме уменьшаются. Однако по мере загрязнения поверхности таких полозков степень мягкости их падает. Новые отложения нагара поэтому уже не имеют возможности вдавливаются в них и отлагаются над поверхностью полозков. Начиная с этого момента, «противонагарные» качества подобных полозков, очевидно, исчезают или, по меньшей мере, резко уменьшаются.

Таким образом при всей практической полезности «противонагарных» полозков применение их приходится все же считать лишь компромиссом. Значительно более эффективный путь представляют мероприятия, сводящиеся к уменьшению и даже к устранению самих причин нагара.

Наиболее проверенным из подобных мероприятий можно считать широко распространенное в США и в некоторых странах Европы парафинирование или вошение поверхности фильма, производимое перед выпуском его в прокат, а также в

процессе эксплуатации. Принцип данного мероприятия заключается в том, что поверхность фильма (обычно только по краям, на перфорационных дорожках) покрывается тонким слоем смазочного вещества, химически неактивного по отношению к пленке и обладающего достаточно высокой температурой плавления. Наиболее употребительны для этой цели различные сорта твердых парафинов и восков.

Температура плавления этих веществ колеблется в среднем от 40—60°C (парафины) до 80—90°C (воски), что обеспечивает их от расплавления при прохождении через нагретый фильмный канал¹. Между поверхностью фильма и поверхностями лентопротяжных деталей образуется таким образом защитный слой, предохраняющий эмульсию фильма от непосредственного истирания не только в «холодных» частях лентопротяжного тракта, но и в нагретых.

Очевидно при этом, что чем выше температура нагрева фильмного канала, тем выше должна быть и температура плавления смазочного вещества, так как в случае нарушения этого условия смазочное вещество будет быстро стерто с поверхности фильма. Этим, между прочим, объясняется наблюдающийся в последнее время в США переход к употреблению более тугоплавких сортов смазочного воска. В связи с расширившимся применением для проекции дуг интенсивного горения температуры, наблюдаемые в фильмных каналах, значительно возросли, и парафинирование поэтому дает уже недостаточное по стойкости покрытие.

Практическая эффективность профилактической обработки фильмов вощением (парафинированием) весьма значительна. По американским данным износ обработанных этим методом фильмов уменьшается в среднем вчетверо по сравнению с износом фильмов, не подвергавшихся обработке. Объясняется это тем, что парафинирование (вощение) предохраняет не только от нагара, но и вообще уменьшает истирание фильма благодаря образованию предохра-

нительного слоя между фильмом и деталями проектора¹.

В СССР метод парафинирования (вощения) не нашел еще широкого применения.

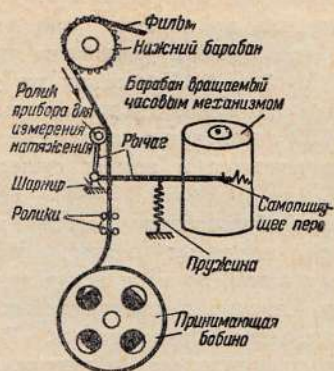


Рис. 8. Схема измерения натяжения фильма прижимателем

хотя единичные экземпляры соответствующих машин были использованы с определенным успехом (например в «Художественном» кинотеатре в Москве). Следует думать, что в ближайшее время в этом отношении будет обеспечен необходимый перелом.

Второй путь борьбы с нагаром, также нашедший широкое применение в США, заключается в обработке эмульсионного слоя теми или иными дубящими реагентами.

Как известно, поверхностная твердость задубленной желатины значительно выше, чем у желатины незадубленной. Это явление широко используется в цветном кино для получения гидротипных матриц, а в черно-белой кинематографии предоставляет определенные возможности для повышения эксплуатационной стойкости фильмов.

Из методов задубливания в настоящее время известны:

1) так называемый «пирлеес-процесс» (обработка пленки парами формалина),

¹ Среди части советских кинотехников распространено мнение, что парафинирование и вощение уменьшает силу трения фильма о лентопротяжные детали. Как видно из изложенного, мнение это ошибочно, ибо величина силы трения определяется требованиями, предъявляемыми к стоянию кадра. Получающееся при вощении некоторое уменьшение коэффициента трения приходится поэтому, как правило, компенсировать увеличением давления, нормального к плоскости фильма. Сила трения при этом остается практически неизменной.

¹ Температура прижимных полозков проектора, как известно, большей частью выше чем указанная температура плавления парафина или воска. Однако вследствие малого времени, которое фильм находится в канале, парафин (воск) не успевает расплавиться или, во всяком случае, не успевает перейти в жидкое состояние.

2) обработка специальными дубящими растворами (применяется в так называемом «методе реконизации») и 3) дубление желатины в процессе самой фотографической обработки фильмов (т. е. при проявлении или фиксировании).

В мае 1939 г. «Академия киноискусств и наук» в Голливуде (США) опубликовала результаты сравнительного испытания ряда подобных методов, а также методов краевого вождения. Испытание производилось в обычных (американских) эксплуатационных условиях (в кинотеатрах всех классов). Общий вывод «Академии» заключается в том, что все испытанные методы примерно равноценны и значительно повышают сохранность фильмов.

Кроме этих в той или иной степени проверенных методов борьбы с нагаром можно отметить также новые предложения, как например, соскабливание или смывание эмульсии с перфорационных дорожек, что должно, по мысли автора, вообще устранить нагар (предложение И. В. Шора), применение противонагарных полозков из того или иного пористого материала, пропитываемого воском или парафином (например, предложение И. Лебедева) и, наконец, ряд предложений, сводящихся к повышению твердости и теплостойкости желатины в процессах самого изготовления пленки. Все эти предложения по своей идее заслуживают внимания, но совершенно не проверены.

На втором месте после нагара по степени влияния на образование царапин следует поставить запыление и загрязнение лентопротяжного тракта и самого фильма оседающей извне пылью. При открытых трактах проекторов и при недостаточной вентиляции аппаратных помещений с явлением этим приходится весьма считаться.

Источники запыления даже в условиях стационарной работы весьма разнообразны. Большое количество пыли создается прежде всего вследствие истирания фильма. Образующаяся пыль состоит преимущественно из частичек целлулоида, которые, будучи взвешены в воздухе, сильно высыхают и приобретают значительную твердость. Приходится также серьезно считаться с минеральной пылью, осыпавшейся со стен и потолка (если они окрашены клеевыми красками), с пылью, поднимающейся с пола и, наконец, с металлической пылью, образующейся в проекторе при недостаточной смазке трущихся деталей и при плохой

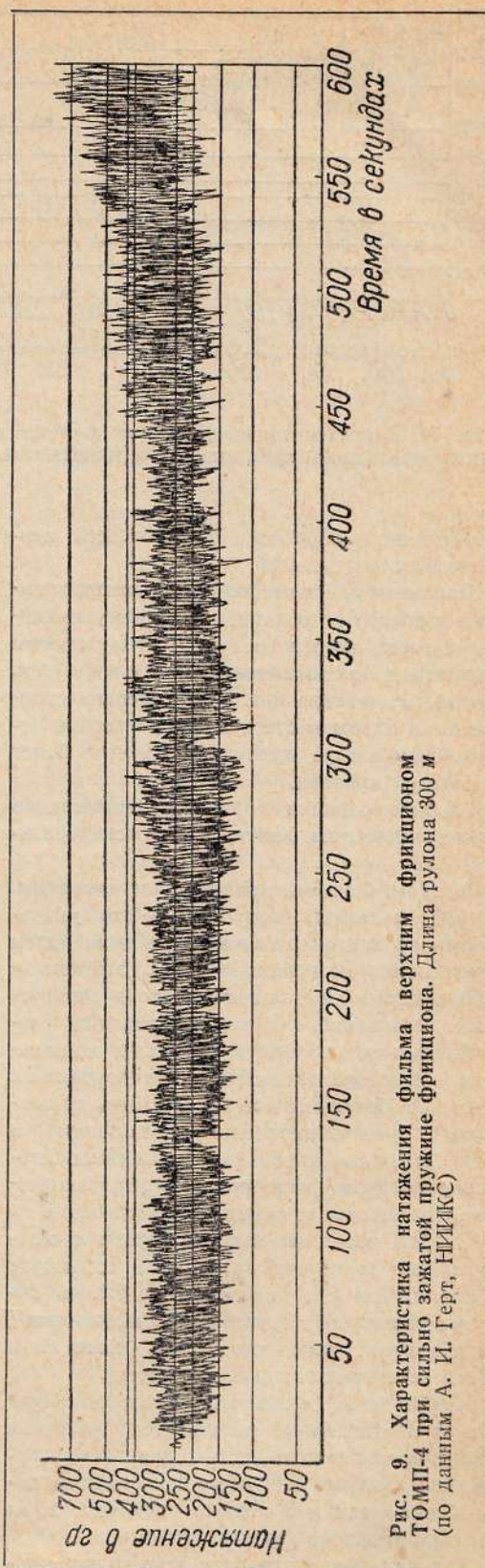


Рис. 9. Характеристика натяжения фильма верхним фрикционом ТОМП-4 при сильно зажатой пружине фрикциона. Длина рулона 300 м (по данным А. И. Герт, НИИКС)

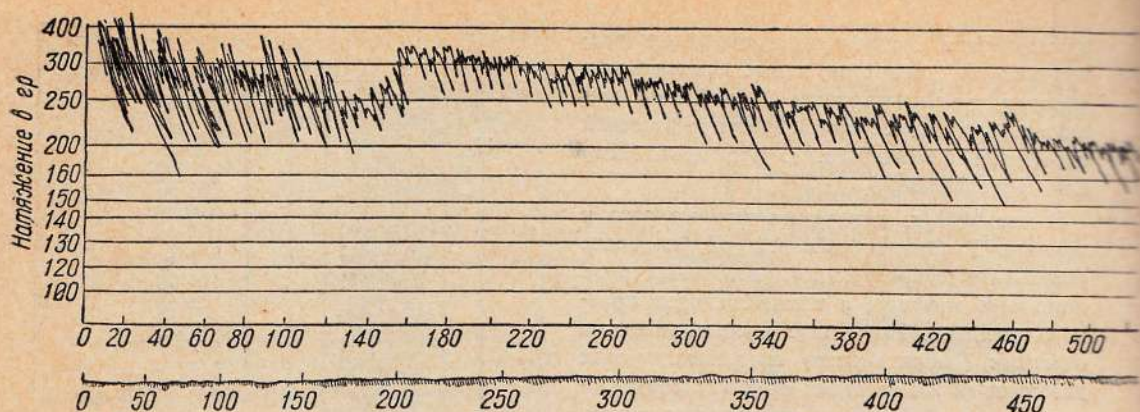


Рис. 10. Характеристика натяжения фильма в процессе смотки при сильно сжатой пружине фрикциона принимающего наматывателя (по данным А. И. Герт, НИИКС)

термической обработке поверхностей лентопротяжных деталей.

Приликая к поверхности лентопротяжных деталей и фильма, оседающие пылинки служат, во-первых, одной из причин появления так называемого «дожда» (см. ниже), а во-вторых, в случае своего скопления в одном месте являются подобно отложениям нагара прямой причиной и более глубоких царапин.

Глубина царапин при этом естественно пропорциональна величине натяжения фильма.

Методы борьбы с запылением очевидны. Основной метод, безусловно, — это уменьшение самого образования пыли путем уменьшения истирания фильма, рациональной отделки стен, потолка и пола аппаратных помещений, более тщательного наблюдения за смазкой проектора и повышения износоустойчивости лентопротяжных деталей. Почти все это может быть достигнуто организационными средствами и требует лишь должного внимания со стороны органов кинофикации, кинотехнической инспекции и самих киномехаников.

Второй метод сводится к борьбе с оседанием пыли при проекции и перемотке фильма. Так как полностью устранить образование пыли практически невозможно, метод этот также необходим, хотя он и представляет известные трудности.

Наиболее эффективным способом борьбы с оседанием пыли является усиленная приточно-вытяжная вентиляция (с фильтрацией воздуха) как всего аппаратного помещения, так и в первую очередь зоны лентопротяжного тракта проектора.

Так как индивидуальная вентиляция про-

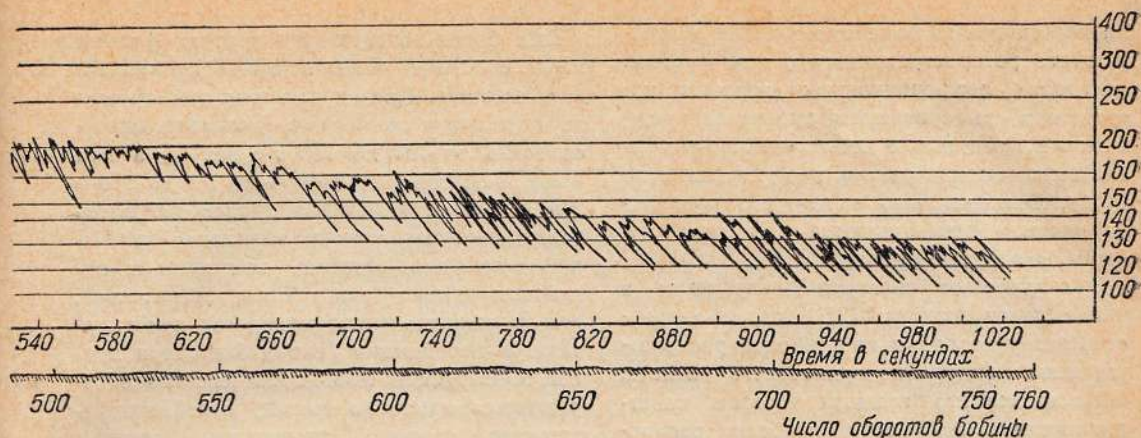
ектора безусловно дешевле, чем аналогичная по качеству общая вентиляция аппаратных помещений, очевидно, что надо решительно ставить вопрос о переходе на американские типы проекторов с закрытым хорошо вентилируемым трактом (рис. 5) и на закрытые же вентилируемые моталки (рис. 6 и 7). Применение последних дает в частности очень большой эффект и для общей сохранности фильма. Закрытые вентилируемые моталки не только уменьшают риск возникновения царапин, но и в значительной степени избавляют от «дожда».

Необходимо расширить и применение в аппаратных помещениях более эффективных способов уборки, в частности пылесосов.

Нагар и запыление, как показывает практический опыт, являются наиболее массовыми причинами образования царапин. Все остальные причины играют значительно меньшую роль и по существу являются случайными. Однако некоторые из этих второстепенных факторов следует отметить, так как в наших условиях с ними приходится считаться больше чем следовало бы.

В частности, необходимо остановиться на таких причинах образования царапин, как явления схода фильма при проекции с его нормальной трассы и случаи повреждения фильмов вследствие плохой отделки лентопротяжных деталей. Оба эти явления в принципе не должны были бы иметь места, но, к сожалению, на практике с ними приходится встречаться довольно часто.

Сход фильмов с нормальной трассы влечет за собой, как правило, значительные



повреждения поверхности фильма. Так например, при сходе фильма с зубцов лентопротяжного барабана зубцы оставляют на фильме глубокий след в виде прерывистой глубокой царапины. Сход с роликов при наличии на них фланцев (бортов) вызывает зачастую весьма длинные глубокие царапины, а при загрязненных роликах (даже без фланцев) может повлечь повреждение сюжетной части фильма несколькими расположенными рядом царапинами. Очень частым случаем при сходе фильма является и царапанье его о такие части проектора, которых он вообще не должен касаться (например предохранительные щитки, стенки кассет, средние части роликов и т. д.).

Основной причиной схода фильмов, а следовательно, и всех перечисленных видов повреждений является невнимательность киномеханика. Наиболее распространенными частными причинами являются неправильная регулировка лентопротяжного тракта и неправильные грубые склейки.

Аналогичные причины обуславливают и повреждения пленки вследствие слишком грубой отделки поверхности лентопротяжных деталей. Недопустимость таких дефектов обработки и отделки лентопротяжных деталей, как наличие рисок от резца, раковин, заусенцев и т. п., общеизвестна. Несмотря на это в выпускаемых в продажу деталях все эти дефекты продолжают нередко встречаться. Особенно часты подобные дефекты у запасных частей, выпускаемых мелкими мастерскими. Известную роль здесь играет недостаточное оборудование этих мастерских, но главное — это слишком поверхностный технический контроль. Вопросам технического контроля при

выпуске и приемке запасных частей проекторов необходимо поэтому уделить значительно большее внимание, чем было досих пор.

Причины образования „дождя“

Последнюю группу факторов поверхностного износа составляют причины, обуславливающие так называемый «дождь», т. е. характерные своей многочисленностью короткие царапинки, покрывающие в некоторых случаях всю поверхность фильма.

Царапинки эти весьма мелкие, так что непосредственно после их появления они могут быть обнаружены только в отраженном свете. Однако в процессе дальнейшей эксплуатации фильма царапинки заполняются оседающей пылью и, становясь поэтому видимыми на просвет, создают на экране впечатление засоренности изображения. Кроме того они сильно повышают уровень собственного шума фонограммы.

Основными причинами образования «дождя», как показывают многочисленные наблюдения, являются, с одной стороны, пыль, оседающая на поверхности фильма, а с другой стороны — неравномерная размотка и смотка рулонов фильма при проекции и перемотке.

Вследствие того что фильм при размотке и смотке движется с неравномерным натяжением, витки фильма попеременно то стягиваются, то, наоборот, ослабляются, что приводит к так называемому «разрыхлению» рулона. Попавшие между витками фильма пылинки, кусочки фильма с поврежденных перфорационных дорожек, кусочки нагара и т. п. из-за этих попеременных стягиваний и «разрыхлений» рулона сдвигаются с места, оставляя на фильме следы в виде коротких царапинок.

Аналогичное явление имеет место и в результате распространенного у нас «метода контроля» перфорационных дорожек, посредством «выворачивания рулона на руку», а также в результате весьма обычного приема выравнивания рулона постукиванием по торцу. Отличие лишь в том, что царапины «дождя» ориентируются при этом не вдоль, а поперек фильма.

В отличие от иностранной практики, в частности от практики США, «дождь» представляет у нас один из наиболее распространенных видов поверхностного износа. Объясняется это главным образом конструктивными дефектами наиболее распространенных у нас проекторов ТОМП-4 и употребляемых в сети моталок. Конструкция фрикционов верхнего и нижнего наматывателей в проекторах ТОМП-4 основана на принципе постоянного момента трения и обуславливает поэтому при проекции крайне значительную амплитуду колебаний натяжения фильма. Измерения, произведенные Герт (НИИКС) посредством самопишущего прибора (рис. 8), показали, в частности, что при сильно зажатой пружине фрикциона принимающего наматывателя натяжение фильма между принимающей бобиной и нижним барабаном изменяется в пределах от 450—500 г до 100 г. Фильмы сматываются при этом рывками (рис. 10).

При ослабленной пружине фрикциона характеристика изменения натяжения становится еще более крутой, уменьшаясь с 350—300 г в начале намотки до 20—15 г в конце. Рывки при этом хотя и уменьшаются, но незначительно.

Еще более опасную для целостности фильма характеристику имеет верхний (подающий) наматыватель. При сильно зажатой пружине фрикциона натяжение фильма изменяется здесь от 100 до 700 г (рис. 9), а при слабо зажатой пружине — от 50 до 250—300 г. Движение фильма происходит здесь также рывками, причем амплитуда колебаний натяжения фильма при каждом отдельном рывке еще более значительна, чем у нижнего (принимającego) наматывателя. У передвижки Гекорд благодаря другой конструкции фрикциона (система с переменным моментом трения) колебания натяжения фильма значительно меньше, изменяясь в пределах от 110 до 50 г. Образование «дождя» на передвижке Гекорд поэтому менее значительно, чем на ТОМП-4.

К сожалению, преимущество это практически уничтожается из-за полного отсутствия фрикционов на применяемых в сети моталках и их открытой конструкции. Образование «дождя» вследствие этого происходит при перемотке еще более быстрыми темпами, чем при проекции.

Необходимые методы борьбы с образованием «дождя», как видно из изложенного, сводится, с одной стороны, к повышению технической культуры киномехаников, а с другой стороны, к внедрению в сеть более совершенных типов моталок с закрытым трактом и фрикционами (см. рис. 6 и 7) и к усовершенствованию наматывателей кинопроекционной аппаратуры. Значительную помощь может оказать борьба с самим образованием пыли.

ВНИМАНИЮ НАШИХ АВТОРОВ!

При посылке материала в редакцию „Кинемеханика“ необходимо придерживаться следующего: писать только на одной стороне листа, свободно и разборчиво; статьи и заметки на машинке писать через два интервала; на обороте каждого посылаемого фото или чертежа давать подробные подписи и указывать автора статьи.

Непринятые статьи и фото авторам не возвращаются.

Парафинирование фильмов

Б. ДРУЖИНИН

Для увеличения сроков эксплуатации фильмов существуют многочисленные методы, из которых метод парафинирования получил широкое распространение. Он основан на покрытии части или всего фильма тончайшим защитным слоем парафина, растворенного в четыреххлористом углероде (так называемый «тетрахлоруглерод»), обычно с добавлением воска. Парафинирование бывает трех видов:

1. Защитный слой наносится только на перфорационные дорожки фильма со стороны эмульсии или с двух сторон (рис. 1).

2. Защитный слой наносится со стороны эмульсии на перфорационные дорожки и фонограмму (рис. 2).

3. Защитный слой наносится со стороны эмульсии на всю поверхность фильма (рис. 3).

Первые два способа требуют меньшего расхода парафинирующего раствора, зато последний способ лучше сохраняет сюжет фильма, хотя и несколько увеличивает его

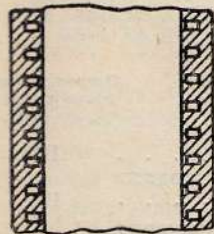


Рис. 1. Парафинирование одних перфорационных дорожек фильма

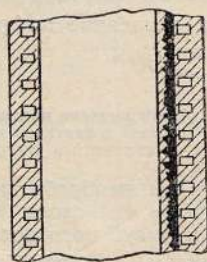


Рис. 2. Парафинирование перфорационных дорожек и фонограммы фильма

толщину и вес и понижает прозрачность¹.

Парафинирование дает следующие преимущества: значительно увеличивает срок

¹ Это утверждение автора спорно. Опыты специальной комиссии в Соединенных Штатах Америки, произведенные в 1938—1939 гг., показали, что между копиями, парафинированными только с краев, и копиями, парафинированными по всей ширине пленки, в эксплуатации нет существенной разницы. — Ред.

эксплуатации фильма; уменьшает образование «нагара» на частях фильмового тракта проектора; обеспечивает хорошее качество стояния кадра в кадровом окне; защищает эмульсию в парафинированных местах от механических повреждений, загрязнений, сырости и лучистой теплоты; несколько задерживает процесс высыхания эмульсии; способствует более легкому передвижению фильма в фильмовом канале.

В качестве парафинирующего раствора часто применяется следующий состав¹:

Парафин твердый, обладающий точкой плавления в 44—48°C — 10 г.

Воск карнаубский, с точкой плавления в 63—68°C — 10 г.

Четыреххлористый углерод — 1 л.

Перед парафинированием, как правило, поверхность фильма должна быть очищена от грязи, что достигается при помощи специальных чистильных машин, где фильм предварительно смачивается спиртом или четыреххлористым углеродом и протирается замшей. Это способствует более прочному закреплению слоя на поверхности фильма.

Парафин и воск предварительно подогревают до жидкого состояния и в жидком виде смешивают с четыреххлористым углеродом.

В отдельности парафин и воск применяют реже, так как первый труднее поддается истиранию, но зато хуже удерживается на поверхности и не образует такого твердого и гладкого защитного слоя, как второй. Американские исследователи рекомендуют сначала покрыть всю эмульсионную сторону фильма 1%-ным раствором кантового воска, после чего поверхность полируется и сверх этого на одни перфора-

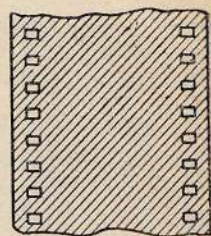


Рис. 3. Парафинирование всей эмульсионной поверхности фильма

¹ Общепринятый состав для парафинирования еще не выработан. Разные авторы и фирмы, выпускающие оборудование для парафинирования, рекомендуют различные составы. — Ред.

ционные дорожки наносится еще слой парафина (рис. 4). Обработанный таким способом фильм даже при очень продолжительной эксплуатации сохраняет целостность эмульсии, так как возникающие легкие царапины обычно не проникают глубже защитного слоя.

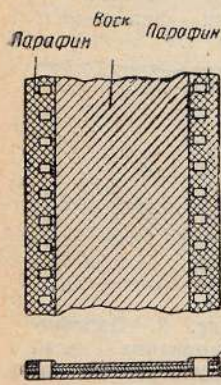


Рис. 4. Парафинирование и вошение фильма: 1—основа; 2—подслой; 3—эмульсия; 4—слой воска, покрывающий весь фильм; 5—слой парафина, покрывающий одни перфорационные дорожки фильма

Естественно, что от глубоких царапин и надрезов слой полностью предохранить фильм не может, но все же и здесь он несколько оказывает свое защитное действие. Толщина защитного слоя парафина обычно не превышает 0,03 мм¹. При нанесении на фильм слишком толстого защитного слоя наблюдается сильное загрязнение парафином частей фильмового тракта проектора и звуковоспроизводящей системы, а также отскакивание

слоя кусками, что особенно часто бывает при перематывании в теплом помещении.

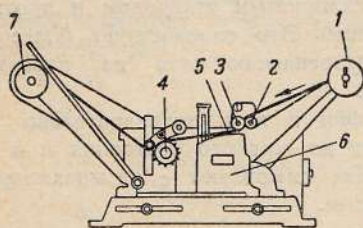


Рис. 5. Парафинирующая машина ПМ-2

Нанесение слоя на фильм производится на специальных парафинирующих машинах. Куйбышевский завод Кинап выпускал такие машины под маркой «ПМ-2» (рис. 5). Здесь

¹ Американские исследования (Крэбтри, Сэндвик, Айвс) показали, что на обычный рулон 35-мм фильма длиной 300—330 м, должно быть наложено на перфорационные дорожки не более 0,15—0,3 г парафино-восковой смеси. При большем количестве парафина качество проекции и звуковоспроизведения ухудшается. — Ред.

фильм, сматываясь с бобышки 1, поступает на придерживающий ролик 2 и тормозящий (задерживающий) зубчатый барабан 3, с которого сходит также на зубчатый, но уже тянущий барабан 4, получающий вращение от электромотора. На пути между двумя зубчатыми барабанами фильм соприкасается своими перфорационными дорожками с двумя вращающимися дисками 5, нижняя часть которых погружена в ванну 6, наполненную парафинирующим раствором. Последний подогревается до жидкого состояния электропечью, находящейся в нижней части ванны.

Парафинированный фильм сматывается в рулон автоматывателем 7. Сердечник катушки может быть уменьшен в диаметре, что облегчает снятие с него намотанного фильма. Производительность такой машины весьма высока и составляет 0,5 м/сек. Толщина наносимого слоя зависит от концентрации раствора. В машинах, парафинирующих всю поверхность фильма, вместо дисков применяются валики. В случае стирания защитного слоя остатки его удаляются четыреххлористым углеродом, и фильм парафинируется вновь.

Е. Иофис¹ приводит следующие данные, показывающие преимущества парафинированных фильмов перед обыкновенными, хотя последние цифры кажутся преувеличенными.

Наименование применяемого состава в растворе четыреххлористого углерода	Относительное время проката (в %)
Фильм необработанный	100
Фильм с слоем из твердого карнаубского воска	125
Фильм с слоем из пчелиного воска.	260
Фильм с слоем 1%-ного парафина, имеющего температуру плавления 130—140° С	310
Фильм с слоем, состоящим из двух частей: 5% парафина и одной части 5%-ного карнаубского воска	480
Фильм с слоем из 5%-ного парафина	850

Сочетая парафинирование фильмов с увлажнением их в фильмопатах, можно во много раз перекрыть существующие нормы сроков эксплуатации фильмов и тем сэкономить огромные средства, затрачиваемые на изготовление каждого фильма.

¹ «Технология обработки киноплёнки» Гескиноиздат, Москва, 1939.

Рационализаторские **II** предложения

Полуавтоматическая заслонка для перехода с поста на пост

Принцип действия описываемой конструкции заслонки, позволяющей производить переход с поста на пост при обслу-

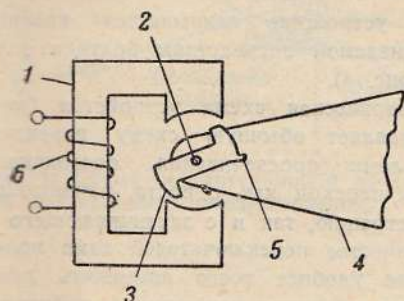


Рис. 1. Конструкция описываемой заслонки:

1 — сердечник электромагнита; 2 — ось якоря; 3 — якорь электромагнита; 4 — заслонка; 5 — тормозной выступ якоря; 6 — обмотка электромагнита, включенная в цепь лампы просвечивания

живании одним киномехаником двух проекторов, изображен на рис. 1.

Электромагнит 1 снабжен обмоткой 6, включенной последовательно в цепь лампы просвечивания.

Между полюсами электромагнита на одном конце оси 2 укреплен якорь 3. На дру-

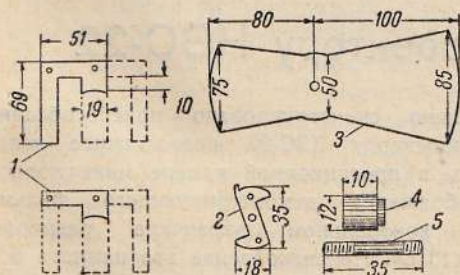


Рис. 2. Формы и размеры деталей:

1 — пластины для сердечника электромагнита; 2 — якорь; 3 — заслонка; 4 — втулка подшипника; 5 — ось якоря

гом конце оси укреплена заслонка 4, перекрывающая световой пучок.

При включении лампы просвечивания данного поста якорь поворачивается, поднимая при этом заслонку.

В открытом положении заслонка удерживается выступом 5 на якоре, который притягивается к полюсу электромагнита. (Выступ на якоре нужен для того, чтобы заслонка не могла опускаться при колебаниях питающего лампы просвечивания напряжения.)

При выключении лампы просвечивания, т. е. при переходе на другой пост, заслонка закрывается под действием собственной тяжести.

Формы и размеры деталей устройства изображены на рис. 2.

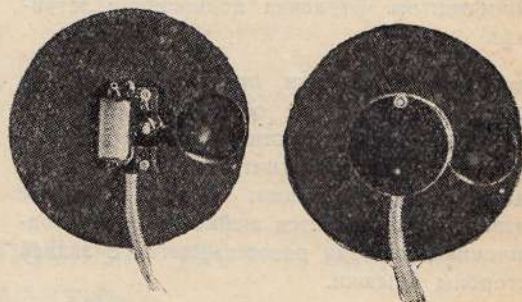


Рис. 3 и 4. Устройство в собранном виде: слева — со снятой крышкой, справа — с закрытой

Сердечник электромагнита изготавливается из пластин трансформаторного железа Ш-19 или собирается из пластин, вырезанных из листового железа, по размерам, указанным на рис. 2. Толщина сердечника 8 мм. Катушки электромагнита склеиваются из картона по размерам сердечника.

Обмотка наматывается проволокой ПЭ Ø 1—1,2 мм. Всего наматывается восемь слоев по 50 витков в каждом, или 400 витков.

Сборка сердечника ничем не отличается от сборки трансформаторного сердечника. По углам сердечник стягивается латуны-

ми болтиками длиной по 30 мм каждый и этими же болтиками привинчивается к крышке кожуха обтюлятора.

Якорь также набирается (на толщину 8 мм) из пластинок железа, вырезанных по форме (см. рис. 2) и склепывается двумя заклепочками.

При сборке якоря или сердечника электромагнита не из трансформаторного, а из обыкновенного железа на выступ якоря с внутренней стороны припаивается тонкая латунная пластинка, которая предохранит якорь от удержания его остаточным магнетизмом.

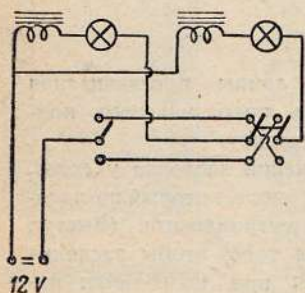


Рис. 5. Электрическая схема устройства

Заслонка вырезается из листового железа или жести, края ее для жесткости загибаются.

Заслонка имеет две лопасти; вторая, меньшая лопасть, служит противовесом для облегчения подъема заслонки электромагнитом. Втулочка подшипника латунная.

Сборка устройства производится таким образом. В крышке обтюлятора просверливаются пять отверстий — четыре для укрепления электромагнита и пятое посредине между полюсами; в это последнее отверстие вставляется шейка втулочки подшипника, которая расклепывается с задней стороны крышки.

Заслонка вырезается из листового железа или жести, края ее для жесткости загибаются.

Ось якоря имеет винтовую нарезку на обоих концах. На одном конце зажимается между двумя гайками заслонка, которую для большей прочности необходимо спаять с гайками и осью. Затем ось вставляется в подшипниковую втулку и якорь крепко завинчивается гайками.

Во избежание отвертывания устройства при работе верхняя гайка закрепляется контргайкой.

Ограничителями хода заслонки служат: в верхнем положении — выступ якоря, в нижнем — штифт, вклепанный в крышку.

Вид собранного устройства показан на рис. 3.

Все устройство закрывается крышкой, удерживаемой посредством болтика с гайкой (рис. 4).

Электрическая схема устройства (рис. 5) представляет обычную схему переключения ламп просвечивания, позволяющую делать переход как с поста, начинающего демонстрацию, так и с заканчивающего ее.

В качестве переключателей ламп просвечивания удобнее всего применять джеки, так как обычные перекидные рубильники вызывают значительную паузу между выключением первой и включением второй ламп просвечивания.

Падение напряжений в обмотке электромагнита невелико и на работе не отражается.

Описываемая конструкция в течение нескольких месяцев работы показала себя весьма надежной несмотря на свою простоту.

М. Девяткин

г. Устюжна Вологодской обл.

Контрольный экранчик к проектору КЗС-22

В кинотеатрах повторного фильма и особенно в клубах, где программа меняется изо дня в день, обслуживание кинопроектора КЗС-22 по сравнению с проектором ТОМП-4 требует значительно больше внимания. В частности много времени уходит для наблюдения и настройки дуговой лампы, питающейся переменным током. Более напряженно приходится также следить за движением изношенного фильма как в самом проекторе, так и в звуковом блоке его, особенно при большой стрижке.

Мною сконструировано приспособление к проектору КЗС-22, позволяющее получить в проекционной камере миниатюрное изображение демонстрирующего фильма на контрольном экранчике размером 10×13 см. Приспособление это намного облегчает работу кинемеханика.

Все дефекты проекции, возникающие на экране в зрительном зале (неравномерность освещенности, слабая освещенность, резкие колебания изображения, тяга обтюлятора вверх и вниз и т. д.), резко и ясно видны на контрольном экранчике,

помещенном на передней стенке проекционной камеры.

Расположение деталей контрольного приспособления показано на рис. 1. На двер-

экранный расположен на шторке автоматической заслонки АЗС-3 (рис. 2).

Некоторым недостатком этого приспособления является затруднительное креп-

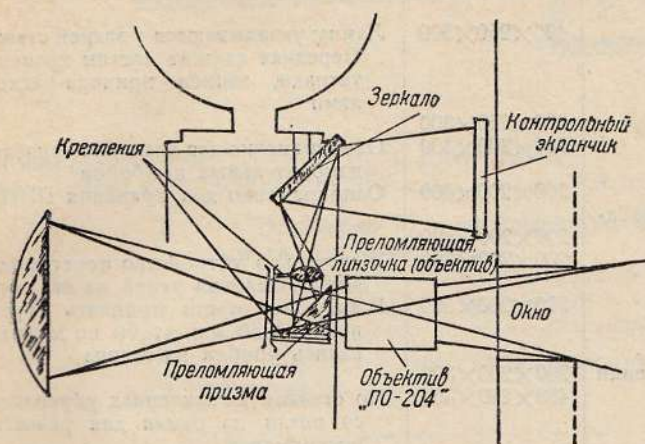


Рис. 1. Схема осветительной и проекционной системы контрольного приспособления

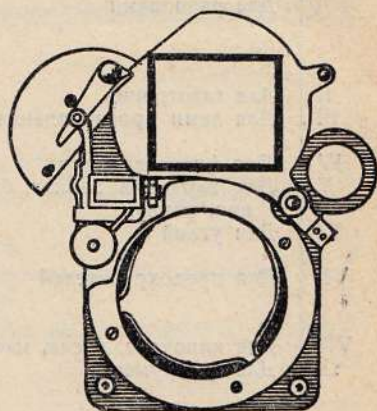


Рис. 2. Контрольный экранчик на шторке автоматической заслонки проекционного окна

це фильмового канала крепится двояковыпуклая линзочка (объектив 100 мм) и ниже ее преломляющая призма.

Болтом, удерживающим верхнюю кассету (противопожарную коробку), зажимается кронштейн с зеркалом размером 5 × 7 см (можно от К-25). Контрольный

лене преломляющей призмы, так как фильмовый канал открывается в сторону объектива. Кроме того имеется также некоторая потеря света.

А. Соколов

Москва

Шкаф для хранения запасных частей и инструмента в киноаппаратных

При осмотре киноаппаратных очень часто бросается в глаза небрежный способ хранения запасных принадлежностей, в результате чего наносится значительный ущерб: дорогие стоящие зеркала, радиолампы, зубчатые барабаны и другие детали разбиваются или делаются непригодными к употреблению.

Такие явления имеют место и в ряде московских киноустановок.

Для ликвидации этих недостатков предлагаю установить во всех аппаратных особые шкафы для хранения запасных частей и инструмента по прилагаемому рисунку.

Габариты шкафа даны такими, чтобы исключить возможность превращать его в

«склад готовых изделий» или «склад радиоламп», так как по существующим правилам Управления кинофикации все лишние предметы должны храниться на общем складе киноустановки.

Переходим к описанию.

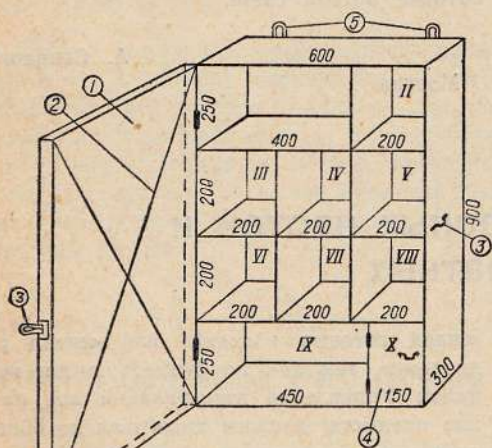
Шкаф имеет размеры 600 × 900 мм при глубине 300 мм. Изготавливается шкаф из листового (например кровельного) железа, причем на все его ребра накладываются (прикрепляются) для жесткости железные полосы шириной 20—25 мм при толщине 4—5 мм, являющиеся как бы наружным каркасом.

На рисунке эти железные полосы обозначены цифрой 2 только на дверце, здесь они располагаются крестообразно.

Примерное назначение отсеков

№ отсека	Для каких предметов	Размеры (в мм)	Примечание
I	Для радиоламп	400×250×300	Лампы укладываются у задней стенки. Передняя служит местом хранения тетради, записи прихода-расхода ламп
II	Для газотронов	200×250×300	Одновременно для хранения запасных измерительных приборов
III	Для ламп просвечивания	200×200×300	
IV	Для фотоэлементов	200×200×300	Одновременно для хранения ПИП
V	Для запасных зеркал, барабанов, ремней	200×200×300	
VI	Для углей	200×200×300	Желательно устройство перегородки для разделения углей на два сорта
VII	Для предохранителей	200×200×300	
VIII	Для киноклея, масла, масленки	200×200×300	В передней части припаять буртик высотой 30 мм, чтобы не выкатывались пробки из отсека
IX	Для инструмента	450×250×300	
X	Для обтирочных материалов	150×250×300	По стенкам на заклепках укрепляются петли из ремня для развески инструмента Переднюю часть снабдить дверцей, заслонкой 4, предохраняющей от пыли

К передней части шкафа на двух петлях подвешивается одностворчатая дверца 1,



снабженная петлями 3 для висячего замка. При закрывании она плотно охватывает шкаф, как крышка чемодана.

Шкаф разделен внутри вертикальными и горизонтальными перегородками, которые между собой и стенками шкафа спаяны, приварены или приклепаны.

Получающиеся ящики-отсеки разных вместимостей используются для хранения запасных предметов и инструмента. Примерное назначение отсеков-ящиков приведено в таблице. Для таких предметов, как адаптер, патефонные иглы и т. п., киномеханик всегда определит в каком-либо отсеке постоянное место.

Шкаф снаружи и внутри окрашивается в светлосерый стальной цвет. Накладные полосы железа по ребрам шкафа для эффекта желательнее оттенить более темной краской.

На стене шкаф укрепляется на четырех петлях, две из них сверху (см. обозначение 5) и две внизу. Крепление производится глухарями или шурупами крупного размера.

Инж. К. Кокаровцев

Техническая Консультация

Вопросы КИНОМЕХАНИКА В. И. ДАНИЛОВА
пос. Таловая, Воронежской обл.

1. Объясните причину следующих ненормальностей работы генератора постоянного тока:

- а) при работе генератор сильно гудит;*
- б) нагрузка током, большим 25 а, вызывает сильное искрение, переходящее в круговой огонь на коллекторе.*

II. Как определить нормальное направление вращения генератора постоянного тока?

Ответы: I. Причиной гудения генератора постоянного тока обычно бывает несимметричность магнитного потока, получившаяся вследствие неравномерности воздушного зазора между якорем и полюсами или короткого замыкания между витками в одной из полюсных катушек. Обе эти причины могут вызвать и сильное искрение при нагрузке.

Сильное искрение при нагрузке генератора могут вызывать также следующие причины:

1) Разрыв в обмотке якоря. Обычно разрыв обмотки якоря происходит в месте присоединения обмотки якоря к коллектору. Если разрыв обмотки произошел в пазах машины, то собственными силами (без перемотки) его устранить невозможно.

2) Некруглый коллектор, выступающая изоляция между ламелями. В этом случае следует снять якорь и переточить коллектор на токарном станке.

3) Неправильная марка щеток, неодинаковость марок всех щеток, недостаточный

нажим на щетки, плохая пригонка щеток к коллектору.

4) Неправильная установка щеток на коллекторе. Щетки должны быть установлены на нейтрали; положение их бывает обычно указано специальной отметкой на щеточной звезде. Если такой отметки нет, то следует передвигать щетки вперед и назад, пока не добьетесь наименьшего искрения.

5) Короткое замыкание между катушками якоря. Для выяснения последнего следует приподнять щетки и, возбудив машину, проворачивать якорь от руки. В случае наличия короткого замыкания вращение якоря будет происходить скачкообразно (затруднено в некоторых положениях якоря).

Все перечисленные неисправности могут вызвать гудение машины.

II. У генератора постоянного тока, предназначенного для вращения в одну сторону, щетки поставлены под углом к касательной к коллектору. При правильном направлении вращения набегающий угол щетки острый, а сбегаящий — тупой.

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ КИНЕМАТОГРАФИИ ПРИ СНК СССР

ОБЪЯВЛЯЕТ

ЗАКРЫТЫЙ КОНКУРС

НА ЛУЧШИЕ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ, ИЗОБРЕТЕНИЯ И ТЕХУСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ, дающие возможность добиться улучшения качества кинопоказа и удлинения срока службы фильмокопий в киносети СССР.

УСЛОВИЯ КОНКУРСА

1. В конкурсе могут принимать участие киномеханики государственной, профсоюзной и ведомственной киносети СССР, а также работники органов кинофикации и проката.

2. Для премирования авторов лучших рационализаторских предложений, изобретений, и техусовершенствований установлены следующие премии:

две первых премии по 2500 рублей каждая;
четыре вторых премии по 1500 рублей каждая;
восемь третьих премий по 750 рублей каждая;
двадцать поощрительных премий по 500 рублей каждая.

Принятые в результате конкурса к осуществлению предложения кроме премии по конкурсу подлежат вознаграждению согласно существующим законам.

3. Конкурс закрытый. Все предложения на конкурс присылаются под девизом, обозначенным на описании, чертежах, схéмах и т. п. К материалу должен быть приложен запечатанный конверт с обозначением на нем того

же девиза. Внутри конверта должны быть даны фамилия, имя, отчество автора, его адрес, род занятий, место работы. Конверты с девизом вскрываются после присуждения премий.

4. На конкурс принимаются предложения, изобретения и техусовершенствования по следующим разделам кинопроекционной техники:

а) улучшение качества кинопроекции (повышение освещаемости экрана, устойчивость изображения, равномерность освещения экрана, улучшение качества экранов и т. д.);

б) улучшение качества звуковоспроизведения (улучшение частотной характеристики, тракта; снижение нелинейных искажений и уровня помех, меры по устранению возникающих помех и дефектов, меры по быстрому устранению аварий, приспособления для высококачественной регулировки громкости и т. д.);

в) удлинение срока службы фильмокопий (сохранность пленки при пропуске ее через кинопроектор; меры по сохранению копии в аппаратной камере, при транспортировке и хранении ее на складе, перемотке, ремонте, склейке, чистке и т. д.);

г) автоматизация процессов кинопроекции (автоматические приспособления для перехода с поста на пост; включение проекторов, противопожарных приспособлений и других агрегатов киноустановок, сигнализация и связь и т. д.);

д) экономия материалов и деталей киноаппаратуры, заменители;

е) улучшение способов монтажа, расположения и установок кинооборудования;

ж) способ и приборы для объективного контроля качества работы киноустановок;

з) улучшение условий труда киномехаников и техники безопасности.

5. На конкурсе могут быть выставлены рационализаторские предложения не только в части улучшения целых агрегатов и узлов киноустановок, но и в части улучшения отдельных, кажущихся мелкими деталей киноустановки или какого-либо киноаппарата, прибора, приспособления.

Примечание. Предложения, на которые ранее были выданы авторские свидетельства или в выдаче авторских свидетельств было отказано, на данном конкурсе не рассматриваются.

6. Для рассмотрения поступивших на конкурс предложений и для присуждения авторам премий Комитетом по делам кинематографии при СНК СССР назначается жюри.

7. Срок конкурса с 10 августа по 1 декабря 1940 г. включительно.

Примечание. К рассмотрению на конкурсе принимаются предложения, поступившие позже, но имеющие на конверте почтовый штампель с датой отправления не позже 1 декабря 1940 г.

Все материалы на конкурс присылать по адресу: Москва, 57, Ленинградское шоссе, д. № 57, Главное управление кинофикации, с пометкой „НА КОНКУРС“.