

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ССРС ПО КИНЕМАТОГРАФИИ
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ИНСТИТУТ КИНОИНЖЕНЕРОВ

Т.А. НОВАЦКАЯ

Гидротипный способ получения цветных позитивов

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ЛЕНИНГРАД

1980

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО КИНЕМАТОГРАФИИ

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ИНСТИТУТ КИНОИНЖЕНЕРОВ

Т. А. Новацкая

ГИДРОТИПНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ
ЦВЕТНЫХ ПОЗИТИВОВ

Учебное пособие

ЛЕНИНГРАД

Г-980

В методическом пособии приведено описание применяемой в настоящее время в нашей стране технологии производства цветных фильмов гидротипным методом. Кратко рассмотрены пути совершенствования этой технологии и создания автоматизированной поточной линии гидротипной печати цветных фильмов.

Рекомендовано к изданию методической комиссией химико-технологического факультета ЛИКИ 12 ноября 1980 г.

ВВЕДЕНИЕ

Первые патенты, посвященные методу гидротипной печати цветных фильмов, появились в США в 20-е годы нашего столетия. В течение многих лет монополистом по выпуску гидротипных позитивов являлась фирма Техниколор. Предприятия этой фирмы, расположенные в США и некоторых европейских странах, выпускали в год около 200 млн.м цветных гидротипных позитивов.

В нашей стране разработку гидротипного метода печати начали в 1935 г. на к/с "Ленфильм" под руководством К.С.Дяликова. К началу 1940 г. методом гидротипной печати было выпущено несколько высококачественных короткометражных фильмов. Однако Великая Отечественная война прервала начатые работы. Многие сотрудники и оборудование гидротипной лаборатории погибли в период блокады Ленинграда.

После войны, начиная с 1949 г., исследования гидротипного метода продолжили в лаборатории обработки цветных фильмов (ЛОЦФ, г.Москва). С 1958 г. научно-техническое руководство данной проблемой возложено на организованную в НИКФИ лабораторию гидротипии. В тесном содружестве с ЛОЦФ, институтом Казнитехфотопроект, Одесским и Ленинградским конструкторскими бюро, Шосткинским ПО и Казанским химическим заводом им.Куйбышева, Ленинградской кинокопировальной фабрикой и НИОПИК эта лаборатория проводит комплексные исследования и конструкторские разработки, направленные на совершенствование технологии и аппаратурного оформления гидротипного производства.

В результате общих усилий разработаны и внедрены в производство комплект специальных киноплёнок, прецизионная аппаратура, высокопроизводительные машины гидротипной печати.

Массовая печать 35-мм позитивов гидротипным методом осуществляется в ЛОЦФ, на Казанском химическом заводе им.Куйбышева и Ленинградской кинокопировальной фабрике. Эти предприятия выпускают около 25 млн.м цветных позитивов в год [1].

По сравнению с позитивами, изготовленными на цветной многослойной плёнке, гидротипные позитивы обладают рядом преимуществ. Главное из них - наличие чисто серебряной фонограммы и высокая стабильность красителей. Более дешёвые и простые в изготовлении - киноплёнки, использующиеся в гидротипном способе получения цветных позитивов.

Особое значение приобретает гидротипный метод печати в связи с острым дефицитом серебра. Использование данного метода позволяет получать цветные позитивы на плёнках, не содержащих серебра. В связи с этим дальнейшее совершенствование этого метода и широкое внедрение его в производство - задача весьма актуальная.

I. СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ ПОЗИТИВОВ ГИДРОТИПНЫМ СПОСОБОМ

Исходными материалами для получения цветных позитивов методом гидротипной печати могут быть три черно-белых цветоделенных негатива или цветной негатив на многослойной пленке.

В первом случае съемка фильма проводится с помощью специальной киносъемочной камеры, позволяющей одновременно экспонировать три киноплёнки. Схема оптической системы такой камеры представлена на рис. I [2].

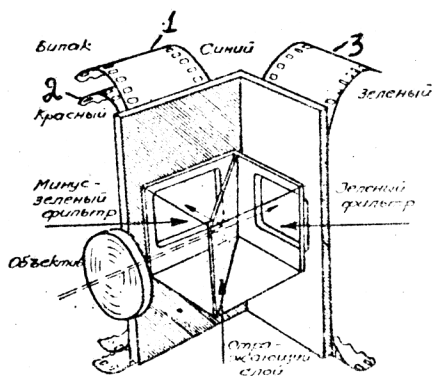


Рис. I

Характер сенсibilизации используемых негативных пленок и применяемые светофильтры позволяют в процессе съемки получить три цветоделенных негатива. Для этого пленка I — несенсибилизирована, пленка 2 — панхроматическая, пленка 3 — ортохроматическая (она может иметь и изопанхроматическую сенсibilизацию).

Таким образом, в процессе съемки пленка I экспонируется только синими лучами, пленка 2 — только красными, а пленка 3 — зелеными. Чтобы синие лучи не проэкспонировали пленку 2, на эмульсию пленки I наносят красно-оранжевый краситель, теряющий окраску в процессе обработки.

При наличии в качестве исходных материалов трех цветоделенных черно-белых негативов или цветного негатива на многослойной пленке для получения цветных позитивов гидротипным методом могут быть использованы следующие четыре схемы (рис. 2 — 5).

СХЕМА I

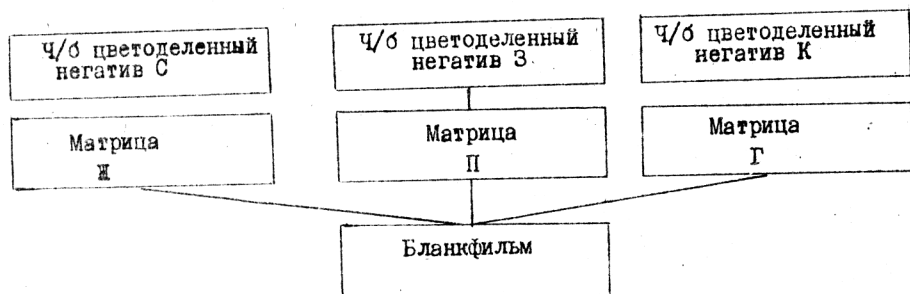


Рис. 2

СХЕМА 2

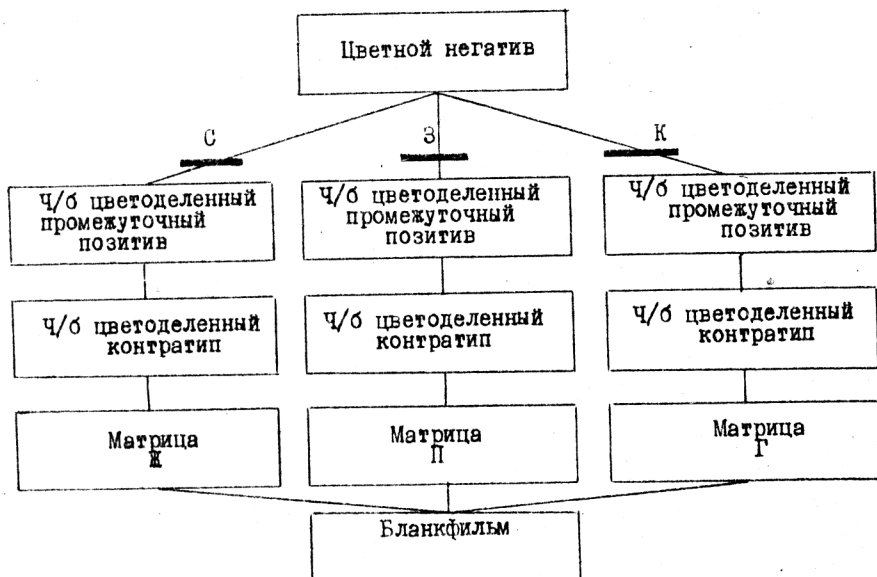


Рис.3

СХЕМА 3

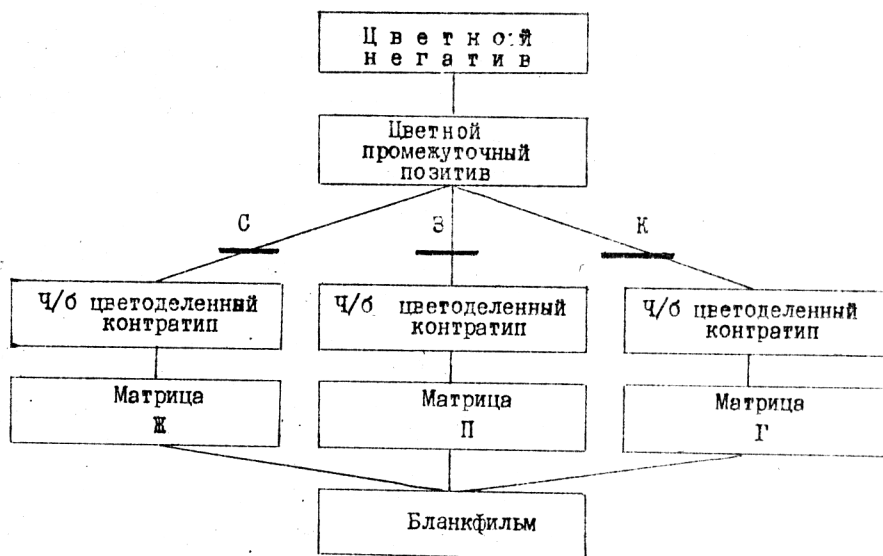


Рис. 4

СХЕМА 4

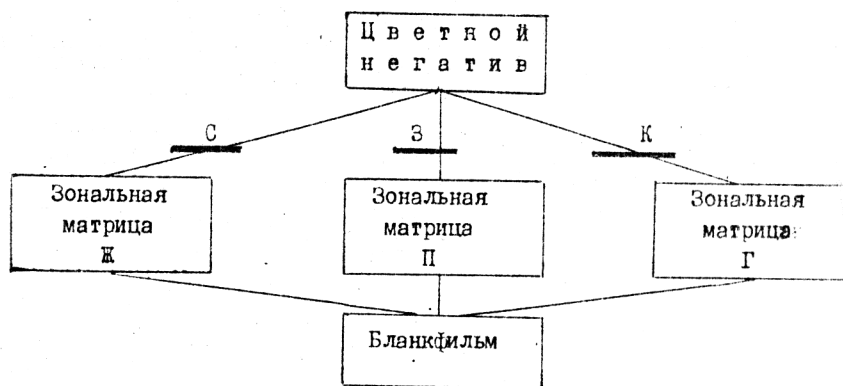


Рис. 5

Для получения цветного позитива гидротипным методом по схеме I с трех черно-белых цветоделенных негативов печатают матрицы. После химико-фотографической обработки, позволяющей получить на матрицах рельефное позитивное изображение из задубленной желатины, этот рельеф окрашивают в цвета, дополнительные к цвету лучей, экспонировавших соответствующий негатив. Затем каждую из окрашенных матриц последовательно приводят в контакт со специально подготовленной позитивной пленкой — бланкфильмом. При этом красители из матриц диффундируют в эмульсионный слой бланкфильма, в котором и создается цветное позитивное изображение.

В нашей стране этот способ получения гидротипных позитивов не используется, так как он требует применения специальных сложных по конструкции киносъемочных камер.

При работе по схеме 2 с цветного негатива через зональные светофильтры выкопировывают красочные изображения, имеющиеся в каждом из эмульсионных слоев цветного негатива. Печать производят на специальную черно-белую пленку — дубль-позитив цветоделительный, обладающую панхроматической сенсibilизацией. В результате печати и химико-фотографической обработки получают три черно-белых цветоделенных промежуточных позитива (ЦПП). Затем с этих трех ЦПП на пленке дубль-негатив гидротипный печатают три цветоделенных черно-белых контратипа.

После химико-фотографической обработки с цветоделенных контратипов печатают матрицы. Далее следуют те же операции, что и в схеме I.

Достоинства схемы 2 заключаются в том, что на промежуточных стадиях процесса можно корректировать свойства окончательного изображения и, в частности, его контраст. Недостатки этой схемы — наличие двух промежуточных стадий печати. Вследствие этого усложняется процесс получения гидротипного позитива, ухудшается резкость и разрешение результирующего изображения.

Схема 3 отличается от схемы 2 тем, что с цветного негатива получают промежуточный позитив на цветной многослойной пленке. Затем через зональные светофильтры выкопировывают изображения, полученные в каждом из слоев цветного промежуточного позитива, на черно-белую сенсibilизированную пленку дубль-позитив цветоделительный. С полученных цветоделенных черно-белых контратипов печатают матрицы. Далее следуют те же операции, что в схемах I и 2.

Все три рассмотренные схемы предусматривают использование одной и той же несенсibilизированной или ортохроматической матричной пленки для получения комплекта из трех цветоделенных матриц.

При наличии так называемых зональных матричных пленок, каждая из которых чувствительна к лучам одной из основных зон спектра, или одной совмещенной матричной пленки, имеющей изопанхроматическую сенсibiliзацию, может быть использована схема 4. Для нее характерно наименьшее количество последовательных печатей, что способствует улучшению резкости и структурных характеристик цветных позитивов.

В настоящее время предприятия нашей страны изготавливают гидротипные позитивы преимущественно по схемам 2 или 3. Заводы, занимающиеся изготовлением кинофотоматериалов, работают над созданием комплекта зональных матриц. Внедрение их в производство позволит существенно упростить процесс получения гидротипных позитивов и перейти от многоступенчатого процесса, соответствующего схемам 2 и 3, к более простому, соответствующему схеме 4.

Рассмотрим подробнее фотографические свойства кинопленок, использующихся при изготовлении цветных позитивов по схемам 2 и 3. Познакомимся с особенностями печати и химико-фотографической обработки этих пленок.

2. КИНОПЛЕНКА ДУБЛЬ-ПОЗИТИВНАЯ ЦВЕТОДЕЛИТЕЛЬНАЯ. ЦВЕТОДЕЛЕННЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ПОЗИТИВЫ

Дубль-позитив цветоделительный — это черно-белая мелкозернистая пленка, обладающая панхроматической сенсibiliзацией. В соответствии с техническими условиями [3] за синим, зеленым и красным светофильтрами пленка должна иметь следующие сенситометрические характеристики: светочувствительность при $\lambda_{рек} = 0,95$ не менее ... 0,1 ед. ГОСТ; коэффициент контрастности при $t_{прод} = 6$ м ... 0,7 — 1,0; фотографическая ширина не менее 1,2; оптическая плотность вуали (без вычета плотности основы) не более ... 0,2;

разрешающая способность не менее 135 лин/мм .

При получении гидротипных позитивов по схеме 2 на эту пленку через три селективных фильтра (синий, зеленый и красный) выкопировывают изображения из верхнего, среднего и нижнего эмульсионных слоев цветного негатива.

Выкопировку производят с теми же цветосветовыми паспортами, с которыми печатали с цветного негатива части эталонной копии. Подбор условий печати цветоделенных промежуточных позитивов сводится к определению плотности серого фильтра, который должен быть поставлен на пути светового потока копирующего аппарата в дополнение к пас-

порту и выкопировочному светофильтру с тем, чтобы минимальные плотности цветоделенного позитива изменялись в пределах 0,4 – 0,7, а максимальные от 1,5 – 1,8.

Условия печати определяют по трем светопробам, которые печатают за каждым из выкопировочных светофильтров.

Пробы печатают со срезка негатива одного из наиболее характерных планов фильма. В качестве такового выбирают план, в изображении которого имеются минимальные и максимальные плотности. Пробу печатают с так называемым переводным паспортом, представляющим собой непрозрачную ленту с восемнадцатью отверстиями постоянного диаметра. Отверстия экранированы нейтрально-серыми фильтрами, плотности которых изменяются от 0,03 до 0,95.

В процессе печати проб свет копировального аппарата экранируется одним из выкопировочных фильтров, цветосветовым паспортом, соответствующим выбранному плану негатива, и изменяющимися по плотности серыми фильтрами переводного паспорта.

После печати пробу подвергают химико-фотографической обработке, включающей следующие операции:

проявление 7,0 – 14,0 мин $18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

промывание 1,0 – 1,5 мин ;

фиксирование 6,5 – 7,5 мин $18 \pm 4^{\circ}\text{C}$;

серебросодержащее
промывание 1,0 – 1,5 мин ;

окончательное
промывание 13,0 – 14,0 мин.

Для проявления цветоделенных промежуточных позитивов используют выравнивающий проявитель типа D -76, что позволяет уменьшить интервал плотностей, снизить зернистость и обеспечить хорошую проработку деталей в изображении.

Продолжительность проявления пробы устанавливают по результатам сенситометрических испытаний пленки.

После химико-фотографической обработки пробы измеряют величины минимальных и максимальных плотностей полученных изображений и выбирают то значение плотности серого фильтра, при котором эти плотности находятся в необходимых пределах.

Затем для окончательного уточнения правильности режимов печати и химико-фотографической обработки цветоделенных промежуточных позитивов на выбранных условиях печатают 16-польную серую покадровую шкалу и изображение со срезка негатива. После химико-фотографической обработки определяют $\delta_{\text{кол}}$ и величины минимальных и максимальных плотностей в изображении.

Для определения $\gamma_{\text{кон}}$ на денситометре ШФЭУ за синим фильтром измеряют плотности полей контрольной шкалы в отпечатке. Зная величины плотностей соответствующих полей в негативе шкалы, строят кривую в координатах $D_{\text{цпл}} = f D_{\text{нег}}$. По тангенсу наклона прямолинейного участка этой кривой к оси абсцисс определяют $\gamma_{\text{кон}}$ цветоделенных промежуточных позитивов. При правильно выбранном режиме $\gamma_{\text{кон}} = 0,95 \pm 0,15$.

Если режимы печати и химико-фотографической обработки не требуют коррекции, производят печать цветоделенных промежуточных позитивов всех частей фильма. Печать следует вести на копировальном аппарате точной печати типа 23 КТК-1. Характерная особенность этих аппаратов — наличие контргрейфера, обеспечивающего точное расположение пленки относительно кадрового окна.

Все части цветоделенных промежуточных позитивов фильма следует печатать на одном копировальном аппарате и на пленке одной и той же оси. Для контроля за строгим соблюдением постоянства режима в каждую часть цветоделенного промежуточного позитива впечатывает 16-польную контрольную шкалу. При правильно выбранных условиях печати и химико-фотографической обработки максимальные и минимальные плотности цветоделенных промежуточных позитивов должны соответствовать прямолинейному участку кривой $D_{\text{цпл}} = f D_{\text{нег}}$.

3. КИНОПЛЕНКА ДУБЛЬ-НЕГАТИВ ТИП Г.

ЦВЕТОДЕЛЕННЫЕ ЧЕРНО-БЕЛЫЕ КОНТРАТИВЫ

С каждой части цветоделенных промежуточных позитивов на дубль-негативной пленке тип Г печатают черно-белые цветоделенные контративы.

Пленка дубль-негатив тип Г имеет противосреольную основу, оптическая плотность которой равна $0,25 \pm 0,03$. Согласно техническим условиям [4] пленка должна обладать следующими сенситометрическими характеристиками:

светочувствительность	0,01 ед ГОСТ
коэффициент контрастности за синим фильтром	0,6
за желтым фильтром	1,1
оптическая плотность вуали ... не более	0,06
фотографическая ширина не менее	2,1
разрешающая способность не менее	135 лин/мм.

Для подбора условий печати цветоделенных контративов, основываясь на результатах сенситометрических испытаний дубль-негативной

пленки, выбирают некоторый произвольный номер света и печатают пробу с цветоделенных промежуточных позитивов 16-полюной шкалы и установочного кадра, отпечатанных за синим, зеленым и красным светофильтрами.

Химико-фотографическую обработку пробы дубль-негатива проводят в тех же условиях, в которых обрабатывают цветоделенные промежуточные позитивы. Продолжительность проявления выбирают с таким расчетом, чтобы γ воспроизведения шкалы в контратипе была равна $0,8 \pm 0,15$. При этом минимальные плотности контратипа должны находиться в пределах $0,4 - 0,7$, а максимальные — $1,5 - 1,8$.

Для определения γ воспроизведения после химико-фотографической обработки пробы на денситометре ЦДФУ за синим фильтром измеряют плотности 16-полюной шкалы и строят график в координатах $D_{к/тип} = f D_{негатив}$. Полученная зависимость является кривой тоновоспроизведения. Тангенс угла наклона прямолинейного участка этой кривой к оси абсцисс называется γ воспроизведения.

Затем на установочных кадрах измеряют минимальные и максимальные плотности и откладывают их на кривой тоновоспроизведения. Если плотности соответствуют прямолинейному участку, режимы подобраны верно. Если величины плотностей оказываются за пределами прямолинейного участка — вносят необходимые коррективы в условиях печати или химико-фотографической обработки.

На выбранных условиях производит печать цветоделенных контратипов всех частей фильма. Для обеспечения высокой резкости печать проводят на копируемых аппаратах точной печати — 23 КТК-1.

В настоящее время при печати цветоделенных контратипов на Ленинградской кинокопировальной фабрике пленку через копируемый аппарат пропускают дважды. В первую экспозицию с цветоделенного промежуточного позитива впечатывают изображение и стартовые номера. Во вторую экспозицию в межкадровые пространства контратипа впечатывают иксовые знаки. При этом в качестве исходного материала используют позитив иксовых знаков (см. с. 28, 29). Поскольку на этой пленке прозрачны только цифры иксовых знаков, только они и впечатываются на контратип во вторую экспозицию.

4. ТИПЫ МАТРИЧНЫХ ПЛЕНОК.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАТРИЦ

Матричные пленки предназначены для получения на них тонких желатиновых рельефов. Существуют рельефы набухания и выщелачивания. В практи-

ке гидротипного производства используются только последние.

Рельефы вымывания могут быть получены на слоях из хромированной желатины или на обычных галогенидо-серебряных эмульсионных слоях.

Получение рельефов на хромированных желатинах основано на способности последних задубливаться соединениями трехвалентного хрома, который образуется в слое под действием света [5]. Несмотря на то, что слои из хромированной желатины обладают высокой разрешающей способностью, они не нашли практического применения в гидротипном методе получения цветных позитивов. Это связано с очень низкой величиной светочувствительности этих слоев.

Следует упомянуть о так называемых плоских или планографических матрицах. Эти матрицы не имеют рельефа. Толщина эмульсионного слоя пленки на всех участках постоянна. В процессе печати этих матриц пленку экспонируют со стороны эмульсионного слоя, а химико-фотографическую обработку проводят таким образом, что на неэкспонированных участках слоя желатина теряет способность окрашиваться. Следовательно, в процессе окрашивания планографических матриц желатина будет поглощать краситель только на экспонированных участках слоя. Количество поглощенного красителя будет пропорционально величине экспозиции. На рис. 6

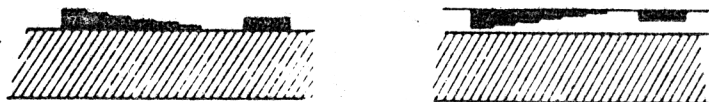


Рис. 6

сопоставлены рельефная и планографическая матрицы.

Несмотря на улучшение резкости изображения и повышенную прочность планографических матриц, технология их изготовления пока недостаточно разработана. Практическое применение матриц этого типа ограничивается повышением плотности вуали, существенным увеличением продолжительности переноса красителя и некоторыми другими факторами.

В гидротипном способе получения цветных позитивов применяют матричные пленки с галогенидо-серебряными эмульсионными слоями.

В настоящее время выпускают два типа матричных пленок. Матричная пленка М-4 используется при печати матриц с черно-белых цветоделенных промежуточных контратипов. Зональные матричные пленки применяют

в случае выкопировки матриц непосредственно с цветного негатива.

4.1. Свойства матричных пленок

Матричные пленки изготавливают на безусадочной основе. Безусадочность основы должна обеспечить постоянство шага перфораций матричных пленок. Для достижения необходимой точности совмещения красовых изображений шаг перфораций матричных пленок должен находиться в пределах $4,750 \pm 0,002$ мм.

Основа матричных пленок имеет повышенную толщину. Это способствует увеличению прочности межперфорационных перемычек этих пленок и уменьшает вероятность их деформации при многократном использовании матриц. Кроме того, увеличение толщины основы до 0,18 - 0,20 мм повышает противоореольность пленки, снижает ореолы рассеяния, увеличивает резкость изображения [6].

Эмульсионные слои матричных пленок в процессе их изготовления не задубивают. Благодаря специальной химико-фотографической обработке, позволяющей задубить желатину только на экспонированных участках, на матрицах получают рельефные желатиновые изображения. Для получения рельефа оставшуюся незадубленной желатину растворяют в горячей воде.

Чтобы в процессе химико-фотографической обработки рельефное изображение не было смыто с матрицы, необходимо слой задубленного желатина сделать прилежащим к основе матричной пленки. Поэтому печатать матрицы ведут со стороны основы. Для сохранения при этом достаточной резкости изображения используют оптическую печать и фокусируют объектив копировального аппарата на участок эмульсионного слоя, прилежащий к основе матричной пленки.

В эмульсионные слои матричных пленок вводят красители, поглощающие активные лучи в процессе печати. Эти красители принято называть фильтровыми.

Кроме определенного спектра поглощения, фильтровые красители должны хорошо совмещаться с эмульсией и легко вымываться из слоя в процессе химико-фотографической обработки.

Наличие красителей приводит к тому, что глубина проникновения активных лучей в эмульсионный слой уменьшается и становится более пропорциональной *lg* экспозиции. Кроме того, наличие окраски сводит к минимуму влияние рассеяния света внутри эмульсионного слоя и повышает разрешение и резкость получаемого изображения.

Наряду с этим введение красителя приводит к заметному снижению эффективной светочувствительности эмульсионного слоя. Следует отметить, что причина снижения светочувствительности — не только поглощение фотоактивных лучей, но и особое десенсибилизирующее действие, которым в большей или меньшей мере обладают все фильтровые красители. Поэтому для каждого типа эмульсии приходится подбирать определенную концентрацию фильтрового красителя. Оптимальной является концентрация, позволяющая заметно увеличить разрешающую способность, не очень сильно снизив светочувствительность. Зависимость фотографических свойств эмульсий от концентрации фильтрового красителя иллюстрирует рис. 7 [7].

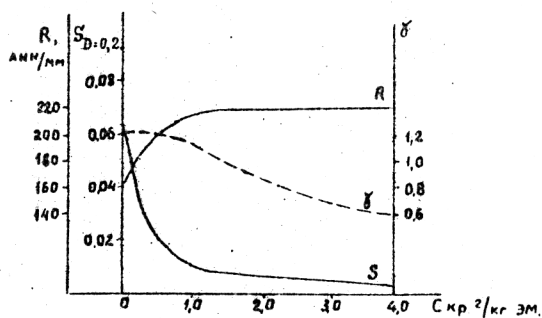


Рис. 7

В работе [25] показано, что увеличение концентрации фильтрового красителя (тартразина) в четыре раза приводит к снижению коэффициента контрастности примерно в два раза. В результате исследования установлена количественная зависимость светопоглощения окрашенного эмульсионного слоя от

концентрации красителя, плотности упаковки и размеров микрокристаллов галогенида серебра. Предложена формула, позволяющая рассчитывать концентрацию фильтрового красителя, необходимую для получения заданного значения коэффициента контрастности.

Наличие фильтровых красителей в эмульсионных слоях матричных пленок приводит к изменению поглощения света эмульсионным слоем в различных длинах волн. В результате сенситометрические и структурные характеристики рельефных изображений сильно зависят от длины волны экспонирующего излучения [26].

Матричная пленка М-4 обладает низкой светочувствительностью, имеет мелкое зерно. В соответствии с техническими условиями [8] она должна иметь следующие сенситометрические характеристики:

эффективная светочувствительность ед. ГОСТ	2 - 6
коэффициент контрастности за желтым светофильтром	$2 \pm 0,15$
оптическая плотность вуали (включая плотность прокраски подслоя и основы)	не более 0,2

разрешающая способность лин/мм не менее 170
оптическая сенсibilизация — ортохроматическая.

Если печать матриц проводится непосредственно с цветного негатива (см. схему 4), используются так называемые зональные матричные пленки. Основная особенность этих пленок — наличие оптической сенсibilизации.

В качестве зональных матриц может быть использована единая пленка, имеющая изопанхроматическую сенсibilизацию, или комплект из трех пленок, одна из которых несенсибилизирована, вторая — сенсibilизирована к зеленым, а третья — к красным лучам. Пленку, имеющую изопанхроматическую сенсibilизацию, принято называть "совмещенной".

Чтобы и на зональных матрицах изображение располагалось в достаточно тонком участке эмульсионного слоя и не имело ореолов рассеяния, в эмульсионные слои этих пленок также вводят фильтровые красители. Эмульсионный слой матриц, обладающих изопанхроматической сенсibilизацией, окрашивают в серый цвет. Эмульсионный слой несенсибилизированной матрицы содержит желтый краситель, зеленочувствительной матрицы — пурпурный и красночувствительной — голубой.

На рис. 8 [9] сопоставлены кривые спектральной чувствительности зональных матричных пленок (1, 2, 3) и кривые спектрального поглощения соответствующих фильтровых красителей (1^a, 2^a и 3^a): 1 — синечувствительная матрица; 2 — зеленочувствительная; 3 — красночувствительная; 1^a — тартразин; 2^a — сиреневый легкоомываемый; 3^a — сине-зеленый.

Следует иметь в виду, что для удобства и краткости матрицы принято именовать не по характеру их оптической сенсibilизации, а по цвету соответствующей окрашивающей ванны. Следовательно, синечувствительную матрицу называют желтой, зеленочувствительную — пурпурной и красночувствительную — голубой.

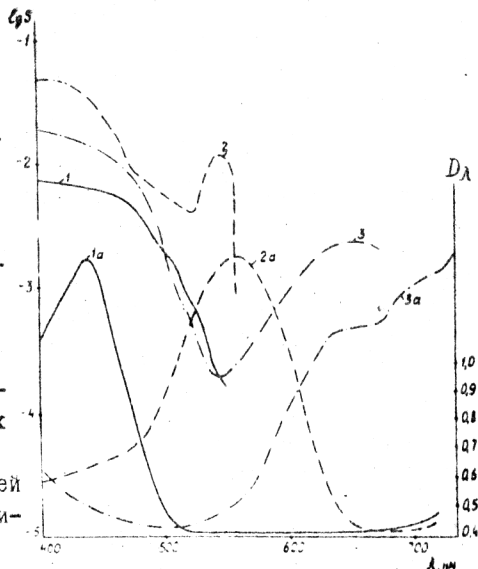


Рис. 8

Аналогично поступают и при использовании матриц, изготовленных на пленке М-4. Матрицы, полученные с цветоделенных промежуточных позитивов, выкопированных за синим светофильтром, называют желтыми, выкопированных за зеленым светофильтром – пурпурными и за красным светофильтром – голубыми. Далее в тексте настоящего пособия мы будем придерживаться этой общепринятой терминологии.

4.2. Изготовление матриц

Печать матриц производят на копировальном аппарате точной оптической печати 23 НТО-1. Характерные особенности этого аппарата – прерывистый метод печати и наличие контргрейфера. Изображение печатают оптическим методом в масштабе 1:1.

В случае изготовления матриц на пленке М-4 печать проводят за желтым светофильтром [10]. При печати на зональных матричных пленках используют селективные выкопировочные светофильтры – синий, зеленый и красный.

Чтобы различные механические повреждения, имеющиеся на цветном негативе или цветоделенных контратипах, не пропечатывались на матрицы, желательно использовать иммерсионный метод печати. Наносить иммерсионную жидкость рекомендуется методом купания в ней контратипа. В качестве иммерсионной жидкости можно использовать метилхлороформ.

В литературе [11, 12] имеются указания на полезность применения дополнительной засветки матриц перед или после печати на них изображения. В частности, при использовании зональных матриц дополнительную засветку считают единственным способом, позволяющим добиться сбалансированности трех матриц по контрасту. Применение дополнительной засветки позволяет снизить контраст рельефного изображения и выявить детали изображения, зафиксированные в слое допороговыми экспозициями.

Установлено, что общую дополнительную засветку целесообразно проводить светом, имеющим меньшую глубину проникновения, чем основной экспонирующий свет. При этом дополнительное задубливание желатины происходит в очень тонком слое, прилежащем к основе. Интенсивность дополнительной засветки должна быть чуть выше пороговой.

Повышение концентрации способных к проявлению микрокристаллов галогенида серебра в тонком, прилежащем к основе, слое эмульсии способствует большей равномерности распределения задубленных зон желатины на участках малых плотностей, а также повышению прочности держания

их на основе. В результате улучшается передача деталей в светах объекта.

Некоторое увеличение вуали, которому способствует дополнительная равномерная засветка матриц, может быть скомпенсировано введением регулируемой оптики красителя.

Главная характеристика любого изображения — его зернистость. Зернистость цветных позитивов, полученных гидротинным методом, должна быть связана с зернистостью матриц.

Исследованиями установлено, что зернистость матриц практически не зависит от зернистости исходных материалов, с которых они печатаются (цветной негатив, цветоделенный контрасти и др.).

Основным фактором, определяющим зернистость матриц, полученных методом дубления проявления, оказывается диффузия окисленной формы проявляющего вещества внутри эмульсионного слоя. Расстояние, на которое успевает переместиться окисленная форма от места ее возникновения до момента связывания желатиной, определяет величину зоны дубления.

Опыты показали, что образующиеся зоны дубления примерно в 5-6 раз больше размеров микрокристаллов галогенида серебра [13]. Вследствие этого на участках малых плотностей рельеф образуется в виде отдельных зерен задубленной желатины, закрепленных непосредственно на подложке, что приводит к заметному росту зернистости изображения.

По данным [27] гранулярность, измеренная методом кругового сканирования образцов на микрофотометре, у рельефного изображения примерно вдвое выше, чем у серебряного.

Зернистость и гранулярность матриц зависит от свойств их эмульсионных слоев и процесса химико-фотографической обработки. Увеличение δ сопровождается ростом гранулярности.

Интересно, что гранулярность оттисков оказывается ниже гранулярности исходных матриц. Это объясняется боковой диффузией красителя в бланкфильме, приводящей к выравниванию микроплотностей. Поэтому увеличение продолжительности переноса немного снижает гранулярность оттиска. Однако уменьшение гранулярности бланкфильма за счет боковой диффузии красителя сопровождается уменьшением его резкости, что нежелательно.

Снижению гранулярности способствует введение дополнительной засветки. Она обеспечивает более равномерное распределение проявляемых зерен и зон задубленности желатины. При этом резкость изображения улучшается лишь в том случае, если дополнительная засветка ниже пороговой. При дополнительной засветке до $D = 0,3$ — резкость изображения

ухудшается. Применение дополнительной засветки в сочетании с регулируемой отмывкой красителя позволяет улучшить как резкость, так и гранулярность.

Условия печати матриц должны быть подобраны с таким расчетом, чтобы после гидротипного переноса на бланкфильме получалось хорошее по цветопередаче и плотности красочное изображение.

В настоящее время условия печати матриц определяют методом проб. Для этого печатают пробы соответствующих кусков каждой из трех матриц комплекта. После химико-фотографической обработки и окрашивания проб красители переносят на бланкфильм. По качеству полученного изображения судят о правильности выбранных условий печати матриц.

Учитывая длительность и неэкономичность данного способа определения условий печати, в настоящее время пытаются использовать для этого ЭВМ. Получив информацию о результатах сенситометрических испытаний матричных пленок, по специальной программе ЭВМ должна рассчитать и выдать условия их экспонирования.

ХИМИКО-ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАТРИЧНЫХ ПЛЕНОК

После экспонирования матричные пленки подвергаются химико-фотографической обработке, в результате которой происходит избирательное задубливание желатины эмульсионного слоя.

Степень задубленности должна быть пропорциональна экспозиции, которую сообщили тому или иному участку эмульсионного слоя.

Для получения на матрицах рельефных изображений из задубленной желатины, можно использовать методы дубящего проявления или дубящего отбеливания.

Матрицы, полученные методом дубящего проявления, обладают большей прочностью и легче отдают краситель бланкфильму. Поэтому на производстве в настоящее время используют метод дубящего проявления, включающий в себя следующие операции /10/:

дубящее проявление	0,5 - 1,5 мин	20 - 22 ± 0,1°C
фиксирование	1,0 - 2,0 мин	20 ± 3°C
горячая отмывка	3,5 - 5,5 мин	45 - 55°C
частичное дубящее отбеливание	40 с - 1 мин 40 с	16 - 20°C
промывание	0,5 - 5,0 мин	16 - 20°C
сушка	12 - 25 мин	34 - 38°C

Режим обработки матриц, использующийся на Ленинградской кинокопировальной фабрике, соответствует примерно средним значениям

приведенных выше величин.

Необходимо отметить, что последовательность операций, а также их продолжительность в различных режимах могут существенно изменяться.

Познакомимся подробнее с рецептурой растворов и технологическими особенностями проведения каждой из перечисленных выше операций обработки.

Дубящее проявление основано на способности продуктов окисления некоторых проявляющих веществ задубливать желатину. К таким веществам относятся пирогаллол, пирокатехин и некоторые другие. В процессе проявления окисленная форма проявляющего вещества образуется только в тех участках эмульсионного слоя, которые были экспонированы. При этом, чем сильнее был экспонирован слой, тем больше окисленной формы проявляющего вещества образуется и больше желатины задубливается. Таким образом, дубитель образуется лишь в тех местах эмульсионного слоя, которые были экспонированы, и в количествах, пропорциональных величине экспозиции. В сильно экспонированных участках лучи проникают в эмульсионный слой глубже, следовательно, на большей глубине желатина окажется задубленной.

Дубящее проявление применяемых матричных пленок проводят в проявителе, который получается сливанием равных объемов растворов А и Б.

Раствор А имеет следующий состав:

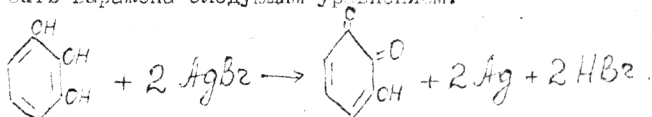
динатриевая соль этилен-		
диаминтетрауксусной кислоты	ГОСТ 10652-73	2,0 г
сульфит натрия б/в	ГОСТ 5644-66	0,6 г
метол	ГОСТ 5.1177-71	$5,5 \pm 0,5$ г
пирогаллол	ГОСТ 10451-63	$2,7 \pm 0,3$ г
тиосульфат натрия	ГОСТ 5.1189-72	$20,0 \pm 1,0$ г
сульфит натрия	ГОСТ 6318-68	$50,0 \pm 1,0$ г
бромистый калий	ГОСТ 4160-65	$1,8 \pm 0,2$ г
вода	до	500 мл
pH раствора		5,20 - 5,25

Раствор Б имеет следующий состав:

сода	ГОСТ 5100-73	$78,0 \pm 2,0$ г
сульфат натрия	ГОСТ 5.1189-72	$45,0 \pm 1,0$ г
вода	до	500 мл
pH раствора		11,25

Из приведенных рецептов видно, что в качестве проявляющего вещества, окисленная форма которого задубливает желатину, использован

пирогаллол. Реакция восстановления галлоидного серебра пирогаллолом может быть выражена следующим уравнением:



Чтобы окисленная форма пирогаллола взаимодействовала с желатиной, а не связывалась сульфитом, в дубящий проявитель сульфит вводят в очень малых количествах — всего 0,6 г/л.

Столь малое содержание сульфита натрия в проявителе делает его крайне неустойчивым, легко окисляющимся кислородом воздуха. Для повышения стабильности дубящего проявителя его готовят и хранят в виде двух растворов. В растворе А, содержащем проявляющие вещества, поддерживается сравнительно низкое значение pH, в результате чего потенциалы проявляющих веществ оказываются достаточно высокими и окисление их кислородом воздуха практически не протекает. С раствором Б, содержащем соду и имеющем высокое значение pH, раствор А сливается непосредственно в баке проявочной машины. Значение pH смешанного раствора равно 10,3. При таком значении pH проявляющие вещества достаточно активно окисляются кислородом воздуха.

Бесполезный расход проявляющих веществ может быть заметно уменьшен, если дубящий проявитель использовать в проявочной машине двухрастворным методом. При этом первые баки проявочной системы заполняют раствором А, а последние — раствором Б. В то время, когда пленка находится в растворе А, в нее диффундируют проявляющие вещества, сульфит и бромистый калий. Процесс проявления не протекает из-за низкого значения pH. При переходе пленки в раствор Б pH эмульсионного слоя быстро возрастает и начинается процесс проявления. Существенный недостаток двухрастворного метода проявления состоит в усложнении системы коммуникаций, в необходимости создания двух изолированных циркуляционных контуров, позволяющих стабилизировать свойства растворов А и Б в отдельности. Чтобы не усложнять циркуляционные контуры проявочных машин, в производственных условиях растворы А и Б смешивают. Для уменьшения поверхности соприкосновения раствора с воздухом "зеркало" проявителя в баках проявочной машины закрывают плавающими крышками.

Еще одной особенностью дубящего проявителя является наличие в нем небольшого количества тиосульфата натрия. Он вводится в дубящий проявитель для предупреждения неизбежного поверхностного задубления желатины. Проникая в верхние участки эмульсионного слоя, тио-

сульфат натрия связывает ионы серебра в комплексы, понижает потенциал серебряной системы и уменьшает вероятность образования вуали и неизбирательного задубливания желатинны у поверхности пленки. Кроме того, тиосульфат натрия частично растворяет неэкспонированные и слабоэкспонированные кристаллы галоидного серебра.

Учитывая, что эмульсионный слой матричной пленки не задублен, во избежание сильного набухания его в проявителе в раствор вводят около 80-90г/л сульфата натрия.

В результате дубящего проявления на экспонированных участках эмульсионного слоя образуется металлическое серебро и задубливается желатина. Количество задубленной желатинны пропорционально степени экспонирования.

На выходе пленки из проявочной системы устанавливают вакуумотсос. Он уменьшает занос высокощелочного проявителя в кислый фиксирующий раствор, препятствуя быстрому подщелачиванию последнего.

Пройдя вакуумотсос, пленка поступает в кислую фиксирующую ванну следующего состава:

тиосульфат натрия	ГОСТ 5.1189-72	200 г
сульфит натрия б/в		5 + 1 г
вода		до 1 л
уксусная кислота	ГОСТ 6968-66	до pH = 4,8 ± 0,2

Благодаря низкому значению pH в фиксирующем растворе, процесс проявления матриц прекращается и происходит растворение неэкспонированного галогенида серебра.

После фиксирования пленка попадает в горячую отмывку. Назначение этой операции сводится к вымыванию из эмульсионного слоя матриц незадубленной желатинны и созданию на пленке рельефного изображения из задубленной желатинны. От режима этой операции в значительной мере зависит качество цветного позитива.

Горячую отмывку следует проводить при температуре, близкой к 50°C. Если температура воды или продолжительность процесса будут недостаточными - часть незадубленной желатинны останется на матрице, что приведет к уменьшению высоты рельефа. Кроме того, оставшаяся нерастворенной желатина впоследствии окрасится и при гидротипном переносе образует в позитиве цветную вуаль.

Если температура воды или продолжительность горячего отмывания будут слишком высокими, с матрицы может быть смыта часть задубленной желатинны. В результате этого рельеф также окажется пониженным, изображение в позитиве будет вялым. Кроме того, на участках слоя, получивших малые экспозиции, слабозадубленная желатина может полностью вымыться из пленки. Следствием этого явится потеря деталей

в светах объекта.

Поэтому как температура промывной воды, так и продолжительность процесса горячего отмывания должны поддерживаться с достаточной степенью точности.

Чтобы полностью удалить с поверхности пленки прилипающие к ней кусочки смывного желатина, после каждого бака горячей отмывки пленка ополаскивается чистой водой.

В горячую отмывку пленка поступает непосредственно после фиксирования. При этом в воду горячей отмывки заносится некоторое количество серебра, которое должно быть регенерировано. С этой целью вода горячей отмывки из первого (по ходу пленки) бака направляется на электросернистое осаждение серебра.

Для увеличения прочности полученного рельефа его подвергают дополнительному поддубливанию в растворе дубящего отбеливателя следующего состава:

бихромат калия	ГОСТ 2652-71	4,5 г
натрий хлористый	ГОСТ 4233-66	2,0 г
вода	до	1 л
уксусная кислота	ГОСТ 6968-66	до pH = 4,0 ± 0,2.

При этом значении pH в процессе окисления серебра бихромат восстанавливается и образует основные соли трехвалентного хрома, которые дополнительно задубливают желатину, повышая прочность рельефа. Окисленное бихроматом металлическое серебро переходит в серебро хлористое и остается в пленке. Существует мнение, что такой серебросодержащий рельеф обладает повышенной прочностью /14/.

После дубящего отбеливания матрицы промываются, проходят каплевыводатель и высушиваются.

Таким образом, в результате печати и химико-фотографической обработки для каждой части фильма получают комплект из трех цветочелюстных матриц.

Окрашивание матриц

Процесс первичного окрашивания матриц включает следующие операции:

окрашивание	1,5 - 3,0 мин	20 - 30°C
ополаскивание *	2 с	
промывание в подкисленной воде	20 с - 1,0 мин	14 - 24°C
сушка	3 - 7 мин	35 - 50°C

Окрашивание матриц производится в трех ваннах -- желтой, пурпурной и голубой.

Три раствора красителей, используемые для окрашивания матриц, принято называть триадой. Разработка рецептуры окрашивающих растворов -- очень трудная задача. Красители каждой из ванн должны быть подобраны таким образом, чтобы они обладали определенными, строго согласованными между собой, спектрами поглощения. Каждый раствор триады должен иметь окраску, соответствующую одному из дополнительных цветов -- желтому, пурпурному или голубому. Два красителя триады вместе должны создавать чистые насыщенные основные цвета -- синий, зеленый и красный. И, наконец, все три красителя вместе должны создавать различные оттенки серого вплоть до черного цвета.

Используя в каждой окрашивающей ванне только один краситель, обычно не удается получить необходимый спектр поглощения. Поэтому в состав каждой окрашивающей ванны входят, как правило, два красителя. К красителям, входящим в состав одной окрашивающей ванны, предъявляется ряд дополнительных требований: они должны иметь сходную химическую природу, чтобы одинаково связываться с активными группами желатин; скорости диффузии их в желатине должны быть достаточно близкими. Кроме того, красители должны обладать высокой устойчивостью по отношению к действию света, высокой температуры и влажности. Они не должны подвергаться окислению и изменять свои свойства при различных значениях pH растворов. Красители должны быть доступными и дешевыми.

Подобрать композицию красителей, которые удовлетворили бы всем перечисленным выше требованиям, очень сложно. Поэтому триады красителей заменяются сравнительно редко.

Работа окрашивающей ванны существенно зависит от концентрации красителей и величины pH. Окрашивающая способность ванн и коэффициент контрастности будущих оттисков повышаются с увеличением концентраций красителей, кислоты и солей щелочных и щелочноземельных металлов [15].

Окрашивание матриц производится в достаточно разбавленных растворах красителей -- 0,003 -- 0,01 м/л. Повышение концентраций красителей в растворах приводит к агрегации и укрупнению частиц, что способствует снижению скорости окрашивания рельефа, ухудшает отблук красители при переносе, затрудняет очистку матриц перед повторным использованием.

Применение очень разбавленных растворов красителей также нежелательно. Оно вызывает уменьшение градиента концентраций красителей в пограничном слое и замедляет диффузию красителей в желатиновый рельеф. Низкие концентрации красителей в окрашивающих растворах можно применять лишь в тех случаях, когда в процессе окрашивания интенсивно разрушается пограничный слой (например, при душевом методе окрашивания).

Процесс окрашивания матриц существенно зависит от pH окрашивающих растворов. Концентрации красителей в желатиновом рельефе должны быть во много раз выше, чем в растворе. Только в этом случае гидротипные позитивы будут обладать необходимой плотностью и насыщенностью.

Коэффициент распределения красителей между желатиной и окрашивающей ванной существенно зависит от pH последней. При оптимальных значениях pH коэффициент распределения достигает величины 100 и выше [16]. Чтобы частицы красителя активно проникали в желатиновый рельеф, нужно выбрать такое значение pH окрашивающей ванны, при котором заряды частиц красителя и желатины будут разноименными. Учитывая, что частицы гидротипных красителей заряжены отрицательно, окрашивающие ванны используют при pH 3,2 – 3,8. Эти значения pH ниже изоэлектрической точки желатины, поэтому в окрашивающей ванне она зарядится положительно и будет электростатически связывать частицы красителей.

Однако было бы неправильным сложный механизм связывания красителей желатиной объяснять только электростатическим взаимодействием между их ионами. Существенную роль играют также адсорбция, взаимодействие активных групп желатины и красителей и некоторые другие факторы.

Слишком низкие значения pH окрашивающих ванн нежелательны, так как частицы красителей настолько прочно удерживаются желатиной, что замедляется переход их из матриц в бланкфильм.

Повышение pH может привести к ассоциации частиц красителей и изменению заряда желатины. Поэтому в процессе работы величина pH окрашивающих растворов должна контролироваться и поддерживаться в оптимальных пределах.

Поскольку процесс окрашивания в значительной мере является диффузионным – скорость его зависит от формы молекул красителей. Чем более вытянутую и менее разветвленную молекулу имеет краситель, тем быстрее проникает он в слой желатины.

В литературе [28] имеются данные о том, что скорость окрашива-

ния матриц может быть увеличена введением в состав окрашивающих ванн мочевины, глицерина, бензилового спирта и ряда других соединений. Эти вещества не только ускоряют процесс окрашивания, но и увеличивают емкость желатинового рельефа по красителю, что приводит к возрастанию плотностей оттисков на 0,3 – 0,4.

Кроме перечисленных факторов, на скорость окрашивания влияет температура окрашивающих растворов. По [17] повышение температуры от 20° до 50°С ускоряет процесс окрашивания в 1,5 – 3 раза.

Следует иметь в виду, что повышение температуры окрашивающих ванн не всегда целесообразно. Увеличение температуры:

1. Понижает оптическую плотность оттисков вследствие уменьшения степени агрегации красителей в растворе и матрицах.

2. Ускоряет засорение матриц за счет необратимого связывания красителей желатиной.

3. Ухудшает физико-механические свойства пленок.

4. По-разному влияет на сродство отдельных красителей к желатине, что может привести к изменению цветового тона рельефа и оттиска.

Проведенная в НИКИИ работа [17] показала, что перечисленные выше недостатки могут быть устранены, если одновременно с повышением температуры окрашивающих ванн увеличить концентрации красителей, сократить продолжительность процесса окрашивания и соответствующим образом скорректировать соотношение концентраций различных красителей в ваннах.

Пытались ускорять процесс окрашивания и применением ультразвука. При этом было установлено, что за счет кавитации снижается прочность желатинового рельефа [18].

В настоящее время в производственных условиях окрашивание матриц производят при обычных комнатных температурах 20 – 22°С.

Ниже приведена рецептура окрашивающих ванн (по данным Ленинградской кинокопировальной фабрики).

Желтая ванна		
бриллиантовый желтый	МРТУ 3388-67	0,4 – 0,6 г
прямой оранжевый свето- прочный	ГОСТ 19102-73	2,4 – 2,6 г
хлористый натрий	ГОСТ 4233-66	6,0 г
хлористый кальций	ГОСТ 4141-66	0,3 г
вода до		1 л
уксусная кислота	ГОСТ 6968-66	до pH = 3,6 – 3,8

Пурпурная ванна:

прямой розовый светопрочный	ГОСТ 12278-66	2,4 - 2,8 г
прямой фиолетовый С	ГОСТ 17205-71	0,8 - 1,2 г
хлористый натрий	ГОСТ 4233-66	не более 6,0 г
хлористый кальций	ГОСТ 4141-66	0,2 г
уксусная кислота	ГОСТ 6968-66	до pH = 3,4-3,6
выравниватель "словатон"		2,0 - 2,5 г
вода		до 1 л

Голубая ванна:

двразол		2,8 - 3,2 г
кислотный голубой О	ТУ 6-14 412-70	1,2 - 1,5 г
хлористый натрий	ГОСТ 4233-66	не более 6,0 г
хлористый кальций	ГОСТ 4141-66	0,3 г
уксусная кислота	ГОСТ 6968-66	до pH = 3,5-3,2
выравниватель "словатон"		2,0 - 2,5 г
вода		до 1 л

В процессе использования концентрации компонентов окрашивающих ванн должны непрерывно уменьшаться. Для стабилизации условий окрашивания матриц и поддержания постоянства состава окрашивающих ванн в них вводят пополнители. Состав пополнителя может быть рассчитан с помощью специального математического аппарата [19].

Следует отметить, что в процессе использования матричный рельеф может засоряться. Засорение рельефа приводит к снижению скоростей окрашивания и переноса.

Источниками загрязнений являются примеси, содержащиеся в красителях. Эти примеси можно разделить на две группы:

- а) практически нерастворимые в воде коллоидные частицы (смолы, комплексы красителей с ионами тяжелых металлов и др.);
- б) растворимые примеси, способные прочно связываться с активными группами желатин, уменьшая емкость последней по красителю. Такими примесями могут явиться исходные продукты синтеза красителей или вещества, образующиеся за счет побочных реакций и обладающие повышенным средством к желатине.

Для обезвреживания этих примесей в окрашивающие ванны вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ). При определенной концентрации, называемой критической концентрацией мицеллообразования, эти вещества образуют в растворе мицеллы. Благодаря пониженному

поверхностному натяжению на границе мицелла - раствор, коллоидные примеси втягиваются внутрь мицелл и перестают загрязнять рельеф.

Если количество мицелл будет слишком велико, может стать заметным связывание частиц красителей.

В окрашивающих ваннах для матриц желательно использовать катионно-активные ПАВ, способные связывать химически активные в отношении желатины примеси.

Поскольку наличие ПАВ в окрашивающих ваннах способствует получению более равномерной окраски желатинового рельефа и получаемых с него оттисков, эти вещества называют иногда "выравнивателями" [20].

На выходе матриц из окрашивающего раствора установлен каплециматель.

После окрашивания матрицы в течение 1,0 - 1,5 мин промываются в подкисленной воде ($\text{pH} = 3,0 \pm 0,1$). В процессе промывания с поверхности пленки удаляется избыток красителя.

После промывания окрашенные матрицы высушиваются кондиционированным воздухом при температуре $30 \pm 5^\circ\text{C}$.

С изготовленного таким образом комплекта матриц печатают гидротипную копию. Светоустановщик на спаренном экране сравнивает качество этой копии с эталонной. При удовлетворительном соответствии этих копий комплект матриц принимают к печати.

5. ДВУХМЕТРОВЫЕ ИКСОВЫЕ ЗНАКИ; ИХ НАЗНАЧЕНИЕ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ; ПОЗИТИВ И КОНТРАТИП КАДРОВОЙ РАМКИ

Все экранные позитивы, кроме полплановой росписи, должны иметь двухметровые иксовые знаки. В процессе массовой печати по ним заказывают изготовление донечаток взамен забракованных кусков. При этом часто экономится большое количество пленки, так как вместо перепечатки целого плана можно заказать донечатку между двумя или несколькими иксовыми знаками.

Кроме того, в период проката фильма иксовые знаки позволяют легко определять, какое количество кадров удалено из части при склеивании ее после обрыва или в процессе реставрации.

Цветные негативы и промежуточные позитивы на многослойной пленке, являющиеся исходными материалами для изготовления цветных позитивов гидротипным способом, иксовых знаков не имеют. В экранные по-

зитивы на цветных многослойных пленках иксовые знаки впечатывают с контративов. Для этого после печати и химико-фотографической обработки цветных контративов на многослойной пленке в них тушь или-сывают иксовые знаки через каждые два метра.

Позитивы, изготавливаемые гидротипным методом, также должны иметь иксовые знаки. Для этого по аналогии с многослойным методом необходимо нанести иксовые знаки на цветоделенные контративы. Однако при гидротипном способе получения цветных позитивов для каждой части фильма получают не один, а три цветоделенных контратива. Процесс росписи такого количества контративов становится слишком трудоемким.

Чтобы облегчить эту операцию, на Ленинградской кинокопировальной фабрике изготовили так называемый позитив кадровой рамки, с которого иксовые знаки впечатывают во все части цветоделенных контративов на копировальном аппарате.

Позитив кадровой рамки представляет собой полностью затемненные кадры и межкадровые пространства, в которых светлыми (прозрачными) цифрами обозначены иксовые знаки (рис. 9).

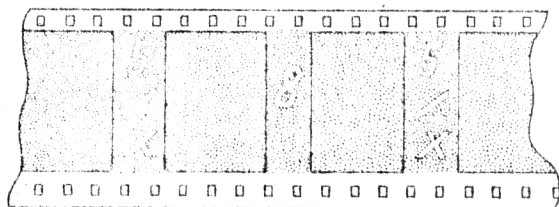


Рис. 9.

Поскольку на позитиве кадровой рамки прозрачными являются только цифры — они и будут пропечатываться в межкадровом пространстве цветоделенного контратива.

В настоящее время с позитива кадровой рамки изготавливают контратив кадровой рамки. Последний используют для впечатывания икс-овых знаков в blankфильм одновременно с впечатыванием фонограммы. Наличие на blankфильме икс-овых знаков позволяет в случае возникновения на нем в процессе химико-фотографической обработки локальных дефектов перепечатывать небольшие куски.

Контратив кадровой рамки может быть изготовлен на пленках blankфильм или черно-белый позитив МЗ-З. Он представляет собой пленку I (рис. 10) с полностью засвеченными кадрами 2 и сравнительно

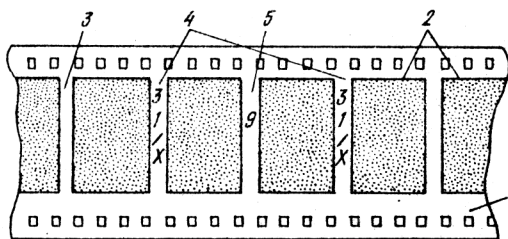


Рис. 10

светлыми межкадровыми промежутками 3, на которых через каждые два метра впечатаны черные иксовые знаки 4. В межкадровом промежутке, расположенном между двумя одинаковыми иксовыми знаками, впечатывается номер части фильма 5.

Чтобы изготовить контратип кадровой рамки, пленку трижды экспонируют в копировальном аппарате точной печати. В первую экспозицию в качестве исходного материала берут цветоделенный промежуточный позитив (обычно выкопированный за зеленым светофильтром) и печатают с него стартовые знаки. Поскольку рамка копировального аппарата имеет размеры, обеспечивающие одновременное экспонирование кадра и межкадрового пространства, вместе со стартовыми номерами впечатывается и соответствующее изображение. Экспозицию подбирают так, чтобы четко пропечатались цифры, а плотность межкадрового пространства не превысила 0,8.

Во вторую экспозицию с позитива кадровой рамки впечатывают иксовые знаки.

Третий раз пленку засвечивают через экспозиционное окно, размеры которого точно соответствуют размерам кадра. При этом в процессе печати межкадровое пространство экспонироваться уже не будет. Свет, падающий на поверхность кадра, должен создать экспозицию, необходимую для получения оптической плотности засветки не менее 2,7.

Таким образом, после химико-фотографической обработки на контратипе кадровой рамки получаются полностью засвеченные кадры и достаточно светлые межкадровые пространства с отпечатанными в них черными стартовыми и иксовыми знаками.

При печати с контратипа кадровой рамки на бланкфильм поверхность кадра не экспонируется, а впечатываются межкадровые пространства со стартовыми и иксовыми знаками.

6. БЛАНКФИЛЬМ; ПОДГОТОВКА К ГИДРОТИПНОМУ ПЕРЕНОСУ

Бланкфильм предназначается для получения цветных позитивов путем последовательного переноса на него красителей с трех цветоделенных окрашенных матриц.

Бланкфильм представляет собой черно-белую несенсибилизированную галогенидо-серебряную пленку. Фотографические свойства бланкфильма близки к свойствам черно-белых позитивных пленок.

В соответствии с техническими условиями [21] бланкфильм имеет следующие сенситометрические характеристики:

светочувствительность ед. ГОСТ	1,5
коэффициент контрастности не менее	2,6
оптическая плотность вуали не более	0,1
разрешающая способность лин/мм не менее	120.

К пленке бланкфильм предъявляется ряд специфических требований:

1. Она должна иметь строго постоянный шаг перфорации — 4,745 — 4,750 мм. Постоянство шага перфорации необходимо для точного совмещения изображений в процессе гидротипного переноса.

2. Эмульсионный слой пленки должен содержать фиксатор. В качестве фиксаторов используют органические вещества, имеющие крупные молекулы с длинными углеводородными цепями. Молекулы фиксатора должны содержать активные группы, способные связываться с активными группами красителей. Наличие фиксатора исключает боковую диффузию красителей в эмульсионном слое бланкфильма. Это способствует увеличению резкости и разрешения в гидротипных позитивах.

Фиксатор должен хорошо растворяться в воде и совмещаться с желатиной. Введение фиксатора не должно влиять на фотографические свойства бланкфильма и степень его задубленности.

3. Степень задубленности эмульсионного слоя бланкфильма должна быть строго постоянной. При недостаточной степени задубленности эмульсионный слой бланкфильма сильно набухает, становится недостаточно прочным. Диффундирующие в такой слой красители растекаются, резкость изображения ухудшается. Слишком высокая степень задубленности эмульсионного слоя бланкфильма затрудняет процесс гидротипного переноса красителей.

Учитывая, что большинство применяемых в производстве дубителей обладает способностью увеличивать степень задубленности по мере хранения, до недавнего времени эмульсионный слой бланкфильма на заводе-изготовителе не задубливали. Дубление осуществляли в процессе химико-фотографической обработки бланкфильма на кинокопировальной фабрике за 24 часа до гидротипного переноса.

В настоящее время разработаны новые типы дубителей, обеспечивающие постоянную степень задубленности эмульсионных слоев в процессе достаточно длительного хранения. Применение этих дубителей позволило задубивать эмульсионный слой пленки бланкфильм тип 7 в процессе ее изготовления.

Перед гидротипным переносом на бланкфильм печатают фонограмму и кадровую рамку со стартовыми и иксовыми знаками. В качестве исходных материалов используют негатив перезаписи фонограммы и контратип кадровой рамки.

Печать производят на аппарате непрерывной печати. В блоке печати изображения впечатывают кадровую рамку, а в блоке печати фонограммы за синим светофильтром экспонируют звуковую дорожку. Условия печати подбирают так, чтобы оптическая плотность межкадрового пространства была равна 0,3 - 0,5, а плотность фонограммы составляла $1,3 \pm 0,2$. После печати каждых двадцати роликов бланкфильма контролируют качество исходных материалов.

Далее экспонированный бланкфильм подвергают химико-фотографической обработке, которая включает следующие операции (режим Ленинградской кинокопировальной фабрики):

проявление	2,0 - 2,5 мин	$20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
промывание	0,5 мин	$11 \pm 7^{\circ}\text{C}$
фиксирование	2,5 - 4,0 мин	$18 \pm 3^{\circ}\text{C}$
промывание серебряносер- жащее	0,5 мин	$11 \pm 7^{\circ}\text{C}$
промывание	1,5 - 2,0 мин	$11 \pm 7^{\circ}\text{C}$
дубление	2,5 мин	$20 \pm 1^{\circ}\text{C}$
промывание	1,5 - 3,5 мин	$11 \pm 7^{\circ}\text{C}$
сушка	13 мин	$37 \pm 3^{\circ}\text{C}$

Для проявления бланкфильма используют быстроработающий фенидон-гидрохиноновый проявитель следующего состава:

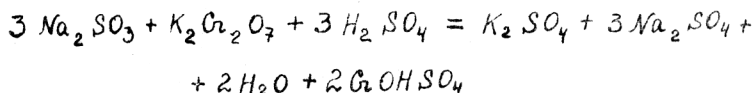
фенидон	$0,10 \pm 0,02$ г	ТУ 6-09 4057-75
гидрохинон	$2,2 \pm 0,2$ г	ГОСТ 19627-74
сульфит б/в	$16,0 \pm 1,0$ г	ГОСТ 5644-75
сода	$22,0 \pm 2,0$ г	ГОСТ 83 - 63
бромистый калий	$2,5 \pm 0,2$ г	ГОСТ 4160-74
вода	до 1 л	

Продолжительность проявления бланкфильма выбирают с таким расчетом, чтобы коэффициент контрастности был не менее 2,0.

Дубление бланкфильма проводят в растворе БС (бихромат-сульфит) следующего состава:

бихромат калия	20 г/л	ГОСТ 2652-71
серная кислота х.ч.	10-11 мл	ГОСТ 4204-66
сульфит натрия б/в	30 г	ГОСТ 5644-75
вода	до 1 л	
основность раствора	40-60%	pH = 3,8 ± 0,2

Находящиеся в растворе бихромат и сульфит взаимодействуют друг с другом по реакции, в результате которой шестивалентный хром восстанавливается до трехвалентного:



Введением серной кислоты в раствор создают значение pH = 3,8 ± 0,2. При этом в результате реакции образуются основные соли хрома, которые хорошо задубливают желатин.

Если эмульсионный слой бланкфильма задубливают в процессе изготовления пленки, операцию дубления из процесса химико-фотографической обработки исключают.

Перед гидротипным переносом тщательно контролируют степень задубленности эмульсионного слоя бланкфильма. О ней судят по величине набухания, которую оценивают по приросту толщины эмульсионного слоя. Набухание проводят в течение 1 мин в буферном растворе с pH=8,0. Толщины сухого и набухшего слоя измеряют на оптиметре.

В результате химико-фотографической обработки на бланкфильме получают чисто серебряную фонограмму и серые межкадровые пространства со стартовыми и икс-овыми знаками. В таком виде бланкфильм поступает на гидротипный перенос.

7. ГИДРОТИПНАЯ ПЕЧАТЬ

Цветное позитивное изображение на бланкфильме получается путем последовательного контактирования окрашенных рельефов трех матриц с предварительно размоченным эмульсионным слоем бланкфильма.

Гидротипный перенос красителей осуществляют на специальных машинах 35IM-5.

Основные части машины:

1. Разматывающие устройства, на которые заряжаются шестисотметровые рулонки подготовленных к гидротипному переносу матриц и бланкфильма.

2. Колесо совмещения цельнофрезерованное или с грейферной лентой, которое служит для точного совмещения эмульсионных слоев матриц и бланкфильма.

3. Камера переноса, через которую транспортируются совмещенные эмульсионными слоями матрица и бланкфильм. Внутри камеры поддерживают повышенную температуру и влажность, что способствует ускорению диффузии красителя из матрицы в бланкфильм.

4. Система баков с растворами, обеспечивающими очистку матриц от красителей и повторное их окрашивание.

5. Сушильные шкафы для матриц и бланкфильма.

6. Наматывающие устройства, на которых по выходе из машины матрица и бланкфильм сматываются в рулоны.

Для повышения сохранности матричных рельефов желательно осуществлять перенос красителя с запольцованных матриц. При этом матрицы двух частей склеиваются в кольцо, длина которого составляет 500 - 600 м. Это кольцо непрерывно движется в гидротипной машине, минуя узлы разматывания и наматывания. Поскольку дефекты на поверхности пленки чаще всего возникают именно в процессе сматывания ее в рулон, использование запольцованных матриц позволяет значительно продлить срок их эксплуатации.

Рассмотрим последовательность и продолжительность операций, выполняемых в процессе гидротипной печати:

размачивание бланкфильма	10 - 15 с	$24 \pm 2^{\circ}\text{C}$
совмещение матрицы с бланкфильмом	1 - 2 с	$16 - 24^{\circ}\text{C}$
гидротипный перенос	50 ± 5 с	$45 - 50^{\circ}\text{C}$
сушка бланкфильма	4 мин ± 30 с	$35 \pm 5^{\circ}\text{C}$
очистка матриц	40 ± 10 с	$20 \pm 4^{\circ}\text{C}$
промывка матриц в теплой воде	40 ± 10 с	$32 \pm 2^{\circ}\text{C}$
промывка матриц в подкисленной воде	40 ± 10 с	$20 \pm 4^{\circ}\text{C}$
окрашивание матриц	I мин $30 \text{ с} \pm 5 \text{ с}$	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$
ополаскивание матриц в подкисленной воде	30 ± 5 с	$10 - 20^{\circ}\text{C}$
сушка матриц	4,5 мин ± 30 с	$35 \pm 4^{\circ}\text{C}$

: Размачивание бланкфильма производят в подкисленной воде (рН = 3-4), содержащей ПАВ.

Перед поступлением на колесо совмещения матрица и бланкфильм проходят через систему зубчатых барабанов, обеспечивающих растягивание обеих пленок до одинаковых шагов перфораций.

Затем пленки точно ориентируются друг относительно друга зубцами колеса и приводятся в контакт эмульсионными слоями. Благодаря тому, что эмульсионный слой бланкфильма предварительно размочен, происходит надежное слипание эмульсионных слоев обеих пленок.

Сойдя с колеса совмещения, слипшиеся пленки проходят через вакуумотсос, удаляющий избыток поверхностной влаги, и поступают в камеру переноса. Камера переноса представляет собой длинный закрытый жолоб, вдоль которого движутся совмещенные пленки. Для создания повышенной температуры и влажности в нижнюю часть жолоба подают горячую воду. Благодаря этому длительность переноса красителей сокращается с 200 - 300 до 50 - 60 с.

Во время переноса 90-95% красителя диффундирует из матрицы в бланкфильм. Причины такого неравномерного распределения красителя между матрицей и бланкфильмом состоят в следующем:

во-первых, толщина набухшего эмульсионного слоя бланкфильма ($\approx 20-30$ мкм) примерно в десять раз больше, чем максимальная толщина рельефа (≈ 3 мкм);

во-вторых, фиксатор, находящийся в защитном слое бланкфильма, связывает частицы красителя и выводит их из системы диффузионного равновесия. Взамен связанных частиц красителя из матрицы поступают новые.

Выйдя из камеры переноса, пленки разъединяются. Бланкфильм направляется в сушильный шкаф, а матрица поступает на очистку. После сушки бланкфильм, содержащий однокрасочное позитивное изображение, подготавливают к процессу гидротипной печати с матрицы, окрашенной в другой цвет.

В матрице, поступающей на очистку после переноса, остаются наиболее крупные частицы красителя. Чтобы не засорить ими желатиновый рельеф, перед повторным окрашиванием матрицы подвергают очистке.

Для более полного и быстрого удаления остаточного красителя из матриц их помещают в щелочной раствор ($\text{pH} = 11,5 - 12,0$). При этом рельеф набухает и частицы желатины заряжаются отрицательно. Возникающие силы электростатического отталкивания способствуют вымыванию из матриц отрицательно заряженных частиц красителя.

После очистки матрицы промывают в теплой воде, а затем - в воде подкисленной до $\text{pH} = 3,0 \pm 0,1$. При этом желатина вновь приобретает положительный заряд и оказывается подготовленной к активному связыванию частиц красителя. Кроме того, промывание матриц в подкисленной воде перед поступлением в окрашивающую ванну предотвращает подщелачивание последней.

Повторное окрашивание матриц проводят в тех же окрашивающих растворах, которые используются для их первичного окрашивания. Окрашенные матрицы ополаскивают в подкисленной воде, высушивают и направ-

ляют на повторный перенос.

С одного комплекта матриц удается делать 60-70 переносов. Основные причины выхода из строя комплектов матриц - недостаточная прочность желатинового рельефа и возникновение на нем механических дефектов.

7.1. Порядок переноса красителей

Если фиксатор в эмульсионном слое бланкфильма отсутствует, первым следует переносить краситель, обладающий наименьшей скоростью диффузии. Это предотвратит снижение резкости позитивного изображения за счет боковой диффузии красителя внутри эмульсионного слоя во время второго и третьего переносов. Кроме того, уменьшится вероятность загрязнения второй и третьей матриц красителем, который был перенесен на бланкфильм первым, за счет встречной диффузии его из эмульсионного слоя бланкфильма в матрицы.

Если бланкфильм содержит фиксатор, то порядок переноса красителей не имеет столь существенного значения. Однако, как показали исследования, проведенные в гидротипной лаборатории НИКФИ [22], он далеко не всегда безразличен. Действительно, переносимый первым краситель может в значительной степени блокировать активные группы фиксатора. Вследствие этого для красителей, переносимых во вторую и третью очередь, диффузионный путь в эмульсионном слое бланкфильма окажется увеличенным, что может повлиять на степень расплывания этих красителей и резкость получаемого изображения. В результате проведенных исследований было установлено:

1. При использовании высокоактивного фиксатора и красителей, обладающих одинаковой прочностью закрепления в приемном слое, первым следует переносить краситель, сильнее влияющий на визуальную оценку резкости оттиска.

2. При использовании менее активного фиксатора порядок переноса красителей, обладающих одинаковой прочностью закрепления, безразличен.

3. При использовании красителей с различной прочностью закрепления первым следует переносить краситель, обладающий меньшей прочностью закрепления. Резкость изображения, образованного этим красителем, упадет меньше, чем при обратном порядке переноса, когда активные группы фиксатора окажутся полностью блокированными прочно закрепленным на них красителем.

8. О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НА БЛАНКФИЛЬМЕ БЕССЕРЕБРЯНОЙ ФОНОГРАММЫ

Основной недостаток существующего технологического процесса производства цветных фильмов гидротипным методом — применение серебро-содержащей пленки бланкфильм. Галогенид серебра в эмульсионном слое этой пленки нужен только для того, чтобы обеспечить возможность получения серебряной фонограммы.

Следовательно, если решить проблему получения на бланкфильме бессеребряной фонограммы, из приемного слоя этой пленки можно полностью вывести соли серебра. При современном дефиците этого металла важность решения этой задачи очевидна.

Однако, учитывая равномерное поглощение серебряной фонограммы в различных длинах волн, которое делает ее универсальной по отношению к фотоэлементам с различной спектральной светочувствительностью, а также высокую резкость этой фонограммы, найти ей достойную замену весьма сложно.

Поиски ведутся в нескольких направлениях, основными из которых являются следующие:

1. Получение красочной фонограммы методом обычной гидротипной печати. Опыты показали, что достаточно высокой резкостью и эффективной плотностью по отношению к фотоэлементу СФВ обладает гидротипная фонограмма из пурпурного красителя. Матрицу фонограммы печатают с негатива перезаписи фонограммы на аппарате непрерывной печати. Дальнейшая обработка матрицы проводится в обычном технологическом режиме.

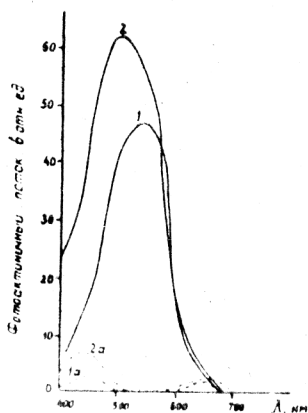


Рис. II. Зависимость фотоактивного потока фотоэлемента СФВ от длины волны.

Кривые 1 и 2 — источники света с цветовыми температурами 2360°K и 3360°K без фонограммы.

Кривые 1^a и 2^a — аналогичные источники света при наличии пурпурной фонограммы

Кривые, приведенные на рис. II [23], показывают, что пурпурная фонограмма существенно модулирует фотоактивный поток фотоэлемента СВВ.

Однако в настоящее время намечается тенденция к использованию в кинопроекционной аппаратуре фотоэлементов, максимум чувствительности которых расположен в инфракрасной зоне спектра. Для таких фотоэлементов пурпурная фонограмма окажется полностью прозрачной и использоваться в сочетании с ними не сможет. Поэтому ориентироваться на получение такой фонограммы в гидротипных позитивах можно лишь в том случае, если будет принято решение оснастить кинопроекционную аппаратуру фотоэлементами, максимум чувствительности которых соответствует видимой части спектра.

2. Более перспективным направлением следует считать получение фонограммы из комплексных соединений металлов. Эти фонограммы хорошо поглощают в инфракрасной области спектра, устойчивы к действию окислителей, не имеют зерна [24].

В настоящее время внедряется в производство способ получения на бланкфильме фонограммы из нерастворимых комплексных солей железа — берлинской лазури $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ и турбуллевой сини $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. Для получения такой фонограммы на бланкфильме методом гидротипной печати получают звуковую дорожку из красителя, который способен восстанавливать ионы трехвалентного железа в ионы двухвалентного. Такой способностью обладает пурпурный краситель — прямой розовый светопрочный.

Затем звуковую дорожку "вирируют", нанося на ее поверхность пасту следующего состава:

оксиэтилцеллюлоза	13,5 г
$Fe(NO_3)_3$	2,5 г
$K_3[Fe(CN)_6]$	3,2 г
HNO_3 конц.	13,5 мл
H_3PO_4 конц.	11,0 мл
$K_2Cr_2O_7$	0,05 г
вода до	1 л

Бихромат калия играет роль стабилизатора пасты, препятствующего восстановлению феррицианида в процессе хранения.

При нанесении пасты гидротипный краситель восстанавливает Fe^{3+} до Fe^{2+} ; звуковая дорожка приобретает голубоватый оттенок за счет образования смеси берлинской лазури и турбуллевой сини.

В настоящее время этот метод проходит испытания на Ленинградской кинокопировальной фабрике. Уточняют режимы получения матрично-фонограммы, проверяют стабильность ее в условиях многократного переноса

са, испытывают фильмокопии в прокате и т.п.

Кривые спектрального пропускания вирированных фонограмм, полученных в нескольких режимах, приведены на рис. 12 [247].

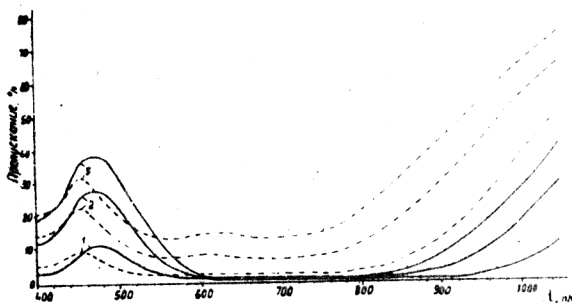


Рис. 12. Кривые спектрального пропускания вирированных оттисков с плотностью пурпурного изображения: 1.3 (1); 1.0 (2); 0.8 (3); продолжительность обработки 45 с (----) и 4 мин (—) при 20°C

Из рисунка видно, что фонограммы заметно поглощают в видимой части спектра и обладают интенсивным поглощением в интервале длин волн 600–900 нм.

Существенный недостаток фонограмм этого типа – повышение хрупкости желатины приемного слоя на участке звуковой дорожки. Это ухудшает эксплуатационные свойства фильмокопий. Для снижения хрупкости желатины разрабатывают специальные методы пластификации слоя [30].

Пластификацию можно осуществлять несколькими способами:

а) введением пластификатора в водные растворы желатины при изготовлении приемного слоя бланкфильма; б) купанием пленки в пластифицирующих растворах, из которых пластификатор диффундирует в вирированный приемный слой; в) введением пластификатора в вирирующую пасту.

В качестве пластификаторов, вводимых в пасту или использующихся в растворах для купания слоя, применяли этиленгликоль, диэтиленгликоль, смачиватель СВ-1019, синтол.

Опыты показали, что введение пластификаторов в пасту снижает ее стабильность и приводит к быстрой желатинизации.

Более эффективным является метод купания вирированного слоя в растворе пластификатора.

Самые высокие физико-механические свойства приемного слоя обеспечивает введение в него синтетических латексов в процессе изготов-

ления. При этом традиционные характеристики изображения и качество цветопередачи не ухудшаются.

3. Качество фонограммы будет более высоким, если ее печатать с негатива перезаписи фонограммы непосредственно на blankfilm (минуя стадию получения матрицы). Поэтому в качестве более далекой перспективы представляют интерес различные светочувствительные органические соединения, которые, будучи введенными в приемный слой blankfilm, в результате экспонирования и несложной обработки образуют стабильные во времени светопоглощающие вещества [1]. Могут оказаться полезными органические вещества, которые в результате фотохимических превращений образуют продукты, способные вступать в реакции с солями трехвалентного железа с образованием нерастворимых комплексных соединений. К таким соединениям можно отнести ряд светочувствительных солей диазона.

Главная трудность использования такого типа соединений состоит в том, что они обладают очень низкой светочувствительностью и способны экспонироваться только ультрафиолетовыми лучами. Следовательно, для копирования таких фонограмм потребуются принципиально новые технические средства.

4. Бессеребряная фонограмма на blankfilm может быть получена с помощью физического проявления. При этом функции носителя светочувствительности может выполнять одно вещество, а функцию формирования изображения — другое. Поскольку до сих пор не найдены соли металлов, которые обладали бы светочувствительностью, близкой к таковой у солей серебра, в качестве носителей светочувствительности в blankfilm рекомендуется использовать последние. Учитывая, что функция галогенида серебра сводится к инициации процесса физического проявления, а формировать изображение будет другое, более доступное вещество, содержание галогенида серебра в blankfilm может быть уменьшено в десять раз и более.

Внедрение в производство этого метода получения фонограммы затруднено быстрым пассивированием активных серебряных центров, в результате чего требуется применять сложный многостадийный процесс обработки. Кроме того, не исследованы вопросы сохраняемости фонограмм, состоящих из различных металлов, не разработан непрерывный процесс физического проявления и др.

Таким образом, вопрос о получении на blankfilm бессеребряной высококачественной фонограммы на сегодняшний день нельзя считать решенным. Он требует серьезного научного поиска.

9. РАЗРАБОТКА ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦВЕТНЫХ ПОЗИТИВОВ ГИДРОТИПНЫМ МЕТОДОМ

Широкое использование гидротипного метода в массовой печати цветных фильмов требует совершенствования существующего технологического процесса и разработки современного автоматизированного оборудования.

В настоящее время проектируется и готовится к внедрению на Ленинградской кинокопировальной фабрике поточная линия производства цветных фильмов гидротипным методом. Она предусматривает проведение всех основных операций с бланкфильмом без промежуточных сматываний и разматываний этой пленки в рулоны [29].

В специальных передвижных светонепроницаемых кассетах емкостью в 3000 м бланкфильм будут подвозить к стыковочному узлу агрегата. На стыковочном устройстве предусмотрена установка двух кассет, одна из которых — работающая, а вторая находится в положении подготовки. Смена кассет происходит автоматически через 45 — 60 мин работы агрегата. Магазин запаса обеспечивает время перезарядки, равное 30 — 40 с.

Из магазина запаса бланкфильм поступает в копировальный аппарат непрерывной печати. На нем с закольцованного негатива перезаписи фонограммы, имеющего длину около 600 м, в бланкфильм впечатывают звуковую дорожку, стартовые и иксовые знаки. В негатив перезаписи фонограммы иксовые знаки вписывают тушью между перфорациями и базовым краем пленки (рис. 13).

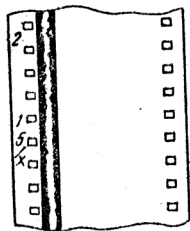


Рис. 13

В процессе печати негатив перезаписи фонограммы непрерывно очищается от пыли. Благодаря этому без промежуточных проверок состояния исходного материала будут печатать двадцать копий. Копировальный аппарат имеет два осветителя. При выходе из строя одного из них автоматически включается в работу другой. Экспозиция изменяется в соответствии со светочувствительностью пленки бланкфильм и задается программным устройством, установленным на кассете.

После экспонирования бланкфильм поступает в проявочную машину. Каждая верхняя секция лентопротяжного тракта проявочной машины имеет не один, а два зубчатых ведущих ролика. Это позволяет уменьшить количество брака, возникающего в случае аварии на машине. При обрыве пленки специальное блокировочное устройство автоматически останавливает машину.

Фонограмму и стартовые отметки проявляют вязким проявителем, после чего пленку фиксируют, промывают и сушат. В проявочной машине предусмотрено автоматическое терморегулирование всех растворов, включая промывную воду. Продолжительность проявления контролируется и корректируется также автоматически.

Из проявочной машины бланкфильм поступает на гидротипный перенос который осуществляется в трех последовательно расположенных машинах 35IM-5. Машины снабжены синхронными двигателями, позволяющими плавно изменять скорость их работы. Специальный блок непрерывно контролирует шаг перфорации бланкфильма и обеспечивает необходимое растяжение этой пленки перед соимещением ее с матрицей.

В машине предусмотрена возможность изменения температуры размачивающего раствора и продолжительности этой операции; можно регулировать температуру и в камере переноса. Коррекция условий размачивания бланкфильма и переноса на него красителей осуществляется автоматически в зависимости от степени задубленности этой пленки.

По мере того, как бланкфильм проходит через машины гидротипной печати, с закольцованных матриц на него последовательно переносят три красителя. Специальное устройство позволяет без остановки поточной линии заменять одну закольцованную матрицу другой. Ясно, что такая замена должна последовательно осуществляться на всех трех машинах.

Далее следует магазин запаса и кинопроектор, обеспечивающий контроль изготовленных позитивов. Экран, на который проецируется изображение в процессе контроля, имеет специальные отметки, позволяющие определять правильность расположения на пленке кадров и звуковой дорожки.

На выходе из кинопроектора бланкфильм сматывается в кассеты емкостью 3000 м и направляется на заключительные операции визитажа и разрезания.

Работа поточной линии должна быть максимально автоматизирована. Производительность ее 3000 - 4000 м/ч.

Предусмотрено усовершенствование и процесса изготовления матриц. По данным сенситометрических испытаний этих пленок с помощью ЭВМ по специальной программе будут определять условия печати матриц. Для коррекции качества цветопередачи будет введена операция регулируемой отмывки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бонгард С.А. Гидротипия — состояние и перспективы совершенствования процесса. ТКИТ, вып. II, 1979.
2. Клейн А. Цветная кинематография. Госкиноиздат, 1939.
3. Технические условия на пленку дубль-позитив цветоделительный. ТУ 6-17-600-76.
4. Технические условия на пленку дубль-негатив тип Г. ТУ 6-17-863-77.
5. Катушев Я.М., Шеберстов В.И. Основы теории фотографических процессов. М., Искусство, 1954.
6. Артюшин Л.Ф., Бонгард С.А., Вейдман А.И. Уменьшение ореола отражения в матричных пленках. М., Труды НИКФИ, вып. 71, 1974.
7. Бонгард С.А., Виницкая М.И., Пругло Н.В. Применение водорастворимых фильтровых красителей для улучшения резкостных свойств кинопленок. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.
8. Технические условия на матричную кинопленку М-4. ТУ 6-17-852-76.
9. Бонгард С.А., Артюшин Л.Ф., Широкова Е.Г. Спектральные и цветоделительные характеристики матричных пленок. Труды НИКФИ, М., 1974.
10. Отраслевой руководящий технический материал. РТМ 19-37-74.
11. Широкова Е.Г., Артюшин Л.Ф., Бонгард С.А. Особенности эффекта дополнительной засветки матричной пленки. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.
12. Байкалова Т.Н., Беркенгейм Б.Б., Смирнова О.И. Влияние дополнительной засветки и регулируемой отмывки на структурные свойства матриц. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.
13. Беркенгейм Б.Б., Кузьмина В.А., Шаханова К.А., Луженовская С.И. Исследование зернистости гидротипных матриц и оттисков. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1971.
14. Блюмберг И.Б. Технология обработки кинофотоматериалов. Методические указания. Л., ЛИКИ, 1970.
15. Спасокукоцкий Н.С., Величко Г.В. Методика подбора окрашивающих растворов для гидротипного процесса. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.
16. Блюмберг И.Б., Давыдкин И.М. Механизм проникновения компонентов обрабатывающего раствора в фотографический слой. ЖНИИФК, вып. 2, М., 1963.

17. Спасокукоцкий Н.С., Геолян Н.Г. Исследование путей ускорения процесса крашения гидротипных рельефных матриц. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

18. Дерстуганов А.А., Арбузова М.П., Степина М.И. Об изменениях прочности матричного рельефа в процессе гидротипной печати. ЖНИИФКИ, вып. 6, М., 1968.

19. Величко Г.В. Методика поддержания постоянства состава окрашивающих растворов. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

20. Спасокукоцкий Н.С., Лесникова С.С. Применение поверхностно-активных веществ в окрашивающих растворах. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

21. Технические условия на черно-белую киноплёнку бланкфильм тип 7. ТУ 6-17-972-78.

22. Пругло Н.В., Бонгард С.А., Артюшин Л.Ф. Влияние последовательности переноса красителей на резкость изображения при применении бланкфильма с фиксаторами. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

23. Беркенгейм Б.Б., Байкалова Т.Н., Артюшин Л.Ф., Пругло Н.В., Раковский В.В., Бонгард С.А. К проблеме получения бессеребряной фонограммы на бланкфильме. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

24. Пругло Н.В., Пирогова Т.А. Исследование процесса получения в слое бланкфильма изображения из комплексных солей железа. Труды НИКФИ, вып. 71, М., 1974.

25. Бонгард С.А. Градационные характеристики рельефа и светопоглощение в эмульсионном слое. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

26. Бонгард С.А. Закономерности формирования рельефного изображения при экспонировании полихроматическим светом. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

27. Бонгард С.А., Вейцман А.И., Борисова В.Н. Исследование градулярности гидротипных матриц. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

28. Спасокукоцкий Н.С., Лесникова С.С. О влиянии добавок различных органических веществ в окрашивающие растворы на скорость крашения гидротипных матричных рельефов. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

29. Беркенгейм А.Б., Беркенгейм Б.Б., Бернштейн Н.А., Бонгард С.А., Котова Л.А., Лехдьер Р.Б. Точная линия производства гидротипных фильмокопий - принципы автоматизации и тенденции развития. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

30. Пругло Н.В., Михеева Т.Н. Пластификация бланкфильма с изображением из комплексных солей железа. Труды НИКФИ, вып. 83, М., 1977.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	3
1. Схемы получения цветных позитивов гидротипным способом.	4
2. Кинопленка дубль-позитивная цветоделительная. Цветоделенные промежуточные позитивы.	8
3. Кинопленка дубль-негатив тип Г. Цветоделенные черно-белые контратипы.	10
4. Типы матричных пленок. Изготовление матриц.	11
5. Двухметровые иксовые знаки; их назначение и способ получения; позитив и контратип кадровой рамки.	27
6. Бланкфильм; подготовка к гидротипному переносу.	30
7. Гидротипная печать	32
8. О возможности получения на бланкфильме бессеребряной фонограммы.	36
9. Разработка поточной линии изготовления цветных позитивов гидротипным методом.	40
ЛИТЕРАТУРА.	42

Редактор В.Л. Фурштагова

Подписано к печати 23.12.80г. М-33110

Объем 1,5 уч.-изд. л. Тираж 500 экз.

Заказ 356 Цена 15 коп.

Рот. ЛИИИ, наб. Кутузова, 6

15 коп