

Е. А. Иофис

# ТЕХНИКА ФОТОГРАФИИ

Москва  
«Искусство»  
1973

В книге рассматриваются все процессы создания фотографического изображения как черно-белого, так и цветного. Помимо обязательных сведений по технике фотографии даны и малоизвестные, но весьма важные сведения, а также практические рекомендации по различным фотографическим процессам.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся техникой фотографии.

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: 103051, Москва, К-51, Цветной бульвар, 25, Издательство «Искусство», редакция литературы по фотографии и кинотехнике.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Фотография находит применение почти во всех сферах человеческой деятельности: в искусстве и общественной жизни, в науке и технике. Функции фотографии в каждой из этих областей различны. Например, в газетах, журналах, телевидении и других средствах информации фотография — непременный элемент; в науке и технике — активный, часто единственный способ исследования, контроля или наблюдения.

Для миллионов людей занятие фотографией является любимым видом отдыха.

Развитие фотографии идет весьма интенсивно. Фотоаппаратостроение и выпуск светочувствительных фотоматериалов основаны на новейших достижениях оптики, механики, электроники, химии и других областей науки и техники.

Разумеется, в пределах одной книги, посвященной общей технике фотографии, невозможно описать все существующие фотоаппараты, светочувствительные материалы и процессы, если даже ограничиться самой краткой их характеристикой.

Это не только невозможно, но и нецелесообразно, так как промышленность непрерывно совершенствует выпускаемую продукцию, создавая новую аппаратуру, материалы и процессы.

В книге приводятся математические и химические формулы лишь в тех случаях, если они необходимы для уяснения описываемых явлений или процессов.

Глава I посвящена оценке объекта съемки с точки зрения воспроизведения его фотографическим способом.

В главе II рассматривается образование оптического изображения в фотографическом аппарате. Сообщаются сведения о конструкции аппаратов и их важнейших узлах.

Глава III по объему занимает большую часть книги. Здесь сосредоточены основные сведения, связанные с получением фотографического изображения на разных фотоматериалах и разными процессами. Эти сведения затем развиваются в последующих разделах книги.

Глава IV посвящена негативному процессу. В ней даны характеристики фотоматериалов, приведены режимы и рецепты обрабатывающих растворов.

В главе V рассматриваются позитивный процесс, техника печатания изображения, обработка фотобумаг и отделка позитива. В этой же главе кратко изложены способы изготовления специальных видов позитивного изображения: изоголии, псевдобарельефа и др.

В главе VI изложены сведения о процессе обращения, позволяющем получить позитивное изображение на том же фотоматериале, на котором осуществлялась съемка. Этот процесс представляет большой интерес, особенно для изготовления цветных изображений.

Любой объект съемки состоит из деталей, которые характеризуются формой, размером, цветом и фактурой. Детали объекта становятся различимыми в том случае, если они излучают свет или отражают падающий на них свет.

Объект съемки оценивают по яркости, цвету, интервалу яркостей и другим признакам (фото 1)\*.

**Яркость** ( $B$ ) — отношение силы света источника в данном направлении к площади светящейся поверхности, рассматриваемой в том же направлении. Единицей измерения яркости является н и т ( $нт$ ). 1  $нт$  есть яркость предельно малой, одинаково во всех точках светящейся плоской поверхности, 1  $м^2$  которой излучает (или отражает) свет силой в 1 свечу.

Яркость также измеряют в с т и л ь б а х ( $сб$ ) и а п о с т и л ь б а х ( $асб$ ). В некоторых зарубежных странах яркость оценивают в ф у т - л а м б е р т а х или л а м б е р т а х. 1  $нт = 0,0001 \text{ сб} = 3,14 \text{ асб} = 0,30 \text{ фут-ламберт} = 0,0003 \text{ ламберт}$ .

В табл. I приведены яркости поверхностей наиболее часто встречающихся объектов.

**Освещенность** ( $E$ ) — отношение светового потока\*\* к площади освещаемой им поверхности. Единицей измере-

---

\* Здесь и далее ссылки на фото, помещенные в альбоме.

\*\* Световой поток — мощность лучистой энергии. Единица измерения светового потока — лю мен ( $лм$ ).

Таблица 1

Объект	Яркость (приблизительно), <i>нт</i>
Свеча	7000
Лампа керосиновая	10 000
Лампа накаливания обычная	8 000 000—12 000 000
Лампа накаливания прожекторная	30 000 000—40 000 000
Лампа дуговая	180 000 000
Лампа дуговая интенсивного горения	500 000 000—2 000 000 000
Лампа люминесцентная тип ДС	5000
Небо в солнечный день	20 000—45 000
Небо при сплошной облачности	25 000—75 000
Солнечный диск	1 000 000 000
Полный месяц	10
Земная поверхность в солнечный день	10 000—30 000
Мостовая сухая асфальтовая в солнечный день	8000—30 000
Снег свежий в солнечный день	65 000—130 000
Тень на снегу	20 000—45 000
Кожа человека, освещенная солнцем	40 000—75 000
Костюм белый, освещенный солнцем	85 000—150 000
Костюм белый в тени	8000—16 000
Бумага белая, освещенная лампой в 100 <i>вт</i>	150—450

ния освещенности является люкс (*лк*). 1 *лк* есть освещенность поверхности, которая получает одинаково распределенный по ней световой поток в 1 *лм* на площади в 1 *м*<sup>2</sup>. При равномерном распределении светового потока на поверхности освещенность определяется по формуле

$$E = \frac{F}{S},$$

где *E* — освещенность, *F* — световой поток, *S* — площадь поверхности.

В табл. 2 показана освещенность некоторых объектов съемки.

**Отражательная способность** измеряется коэффициентом отражения (*ρ*), представляющим собой отношение светового потока, отраженного предметом, к световому потоку, падающему на предмет:

$$\rho = \frac{F_{\text{отр}}}{F_{\text{пад}}}.$$

Коэффициент отражения зависит от вида поверхности детали объекта и угла падения света. Коэффициент отражения выражают в процентах (%):  $\frac{F_{\text{отр}}}{F_{\text{пад}}} 100$ .

Таблица 2

Условия освещения объекта	Освещенность (приблизительно), лк
Пейзаж в безоблачную погоду днем	5000—90 000
Пейзаж в пасмурную погоду днем	3000—30 000
Улица в яркий солнечный день	80 000—100 000
Солнце на границе земной атмосферы	130 000—140 000
Комната днем	10—300
Стена комнаты, освещенная солнцем	1000—3000
Пол комнаты, освещенный лампой	10—30
Стол, освещенный лампой	15—500
Фойе театра, освещенное лампами	150—200
Зрительный зал во время антракта	40—60
Зрительный зал во время спектакля	1—3
Станок в цеху, освещенный лампами	300—500
Поверхность земли, освещенная солнцем	50 000—120 000
Поверхность земли днем при сплошной облачности	5000—25 000
Поверхность земли в тени днем	6000—15 000
Поверхность земли в сумерки	1—500
Поверхность земли в белую ночь	1—2
Поверхность земли при полнолунии	0,1—0,2

В табл. 3 приведены приближенные величины коэффициентов отражения некоторых поверхностей объекта.

**Интервал яркостей** представляет собой отношение максимальной яркости ( $B_{\text{макс}}$ ) к минимальной яркости ( $B_{\text{мин}}$ ) объекта. Детали объекта редко освещены равномерно. Обычно часть деталей расположена в тени, а часть освещена солнцем. В результате интервал яркостей увеличивается во много раз по сравнению с тем, когда объект освещен равномерно. Отсюда следует, что чем больше интервал яркостей объекта, тем сильнее различаются по яркости детали. В табл. 4 приведены величины интервала яркостей различных объектов.

При ярком направленном освещении на объекте возникают блики, форма которых зависит от фактуры поверхности. При одностороннем направленном освещении появляются резкие тени, густота которых зависит от формы объекта и интенсивности освещения. Такие переходы от света к тени образуются при освещении объекта несколькими источниками света.

Между тенью и светом существуют светотеневые переходы, которые позволяют зрительно воспринимать форму объекта.

Таблица 3

Поверхность объекта	Коэффициент отражения, %
Сажа	0,2—0,4
Бархат черный	0,4—4
Сукно черное	4—5
Ткани темные	5—8
Ткани белые	55—70
Бумага черная	4—6
Бумага белая	75—80
Стена, окрашенная белым мелом	70—85
Стена, окрашенная масляной или эмалевой краской белого цвета	58—65
Стена, окрашенная охрой или близкой по цвету краской	30—35
Мостовая асфальтовая мокрая	7—8
Мостовая асфальтовая сухая	12—13
Мостовая булыжная мокрая	9—10
Мостовая булыжная сухая	20—25
Галька на пляже сухая	25—30
Земля	15—20
Пляж песчаный мокрый	12—16
Пляж песчаный сухой	15—20
Трава свежая	7—10
Листья зеленая	8—13
Хвоя темная	4—7
Кожа смуглого человека	20—30
Кожа человека белая	35—50
Снег лежалый	60—80
Снег свежавывавший	99

Таблица 4

Объект	Интервал яркостей
Пейзаж без деталей на переднем плане в пасмурную погоду	1:5—1:10
Пейзаж без деталей на переднем плане, освещенный солнцем	1:10—1:30
Пейзаж без деталей на переднем плане, освещенный против солнца	1:20—1:40
Пейзаж с деталями на переднем плане, освещенный солнцем	1:20—1:60
Пейзаж с очень темными деталями на переднем плане, освещенный солнцем	1:100—1:300
Пейзаж с солнцем в кадре	1:2 000 000
Морской пейзаж с небом и облаками	1:1000—1:100 000

Объект	Интервал яркостей
Небо с белыми облаками	1:500—1:1000
Улица широкая, освещенная солнцем	1:10—1:40
Улица узкая, освещенная солнцем	1:100—1:500
Улица с темными зданиями на фоне неба	1:100—1:200
Арки темные, проемы, аллеи с ярко освещенным передним или задним планом	1:1000—1:10 000
Улица, освещенная против солнца	1:100—1:400
Комната светлая с ярко освещенным окном в кадре	1:100—1:500
Комната темная с ярко освещенным окном в кадре	1:1000—1:100 000
Помещение светлое в солнечный день	1:10—1:100
Помещение светлое в пасмурный день	1:20—1:60
Сцена театральная	1:40—1:400
Картина	1:2—1:40
Человек на фоне пейзажа, освещенного солнцем	1:10—1:100
Человек со светлыми волосами на светлом фоне	1:10—1:15
Человек с темными волосами на светлом фоне	1:100—1:200
Группа людей, освещенная солнечным светом	1:20—1:300
Группа людей, освещенная рассеянным светом в пасмурный день	1:10—1:60
Группа людей, расположенная в тени деревьев	1:20—1:60
Группа людей, расположенная среди деревьев на фоне яркого неба	1:400—1:1000

Цвет непрозрачного объекта определяется спектральным составом отраженного светового потока. Цвет прозрачного объекта, рассматриваемого на просвет, определяется спектральным составом проходящего света. Цвет теневой части объекта отличается от цвета его освещенной части пониженной яркостью. Свет, отраженный окружающими предметами, создает цветные рефлексы, особенно заметные в тенях объекта.

Цвета делятся на ахроматические и хроматические.

Белые, серые и черные цвета называются ахроматическими. Эти цвета отличаются друг от друга по светлоте: светлые, темные, очень темные. Светлоте характеризуют коэффициентом отражения.

Хроматические цвета — все цвета спектра. Они тоже различаются по светлоте, но одновременно и по цветовому тону, т. е. цветностью: красный, желтый, зеленый, синий.

Цветовой тон определяется длиной волны того спектрального излучения, с которым данный цвет одинаков по оттенку.

Таблица 5

Цвет поверхности предмета	Коэффициент отражения (приблизительно), %
Светло-синий	19
Темно-синий	8
Светло-голубой	55
Голубой	50
Светло-зеленый	55
Темно-зеленый	14
Светло-желтый	75
Ярко-желтый	58
Оранжевый	15
Красный	13
Огненно-красный	7
Кремовый	75
Коричневый	10
Сине-зеленый	15
Пурпурный	15

Степень отличия хроматического цвета от ахроматического называется насыщенностью цвета.

В табл. 5 приведены коэффициенты отражения для различных по цвету поверхностей.

Спектр видимого света делится на семь цветов: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и красный. Такое распределение цветов в спектре является условным, так как в действительности глаз различает очень много промежуточных оттенков, постепенно переходящих от цвета к цвету. В целях более тонкой характеристики цвета применяют двойные наименования: желто-зеленый, желто-оранжевый и т. д.

В табл. 6 приведены условные границы для разных цветов в видимом спектре.

Таблица 6

Цвет в спектре	Границы цвета в спектре, нм
Фиолетовый	390—450
Синий	450—480
Голубой	480—510
Зеленый	510—565
Желтый	565—585
Оранжевый	585—620
Красный	620—740

Для фотографических процессов представляет интерес не только видимая часть спектра, но и участки, непосредственно к ней прилегающие и составляющие с ней невидимую область спектра. Со стороны коротких волн к видимой части спектра прилегает область ближних ультрафиолетовых лучей. Эти невидимые лучи активно действуют на фотоматериал. Часть спектра, прилегающая со стороны видимых длинноволновых лучей, называется ближней инфракрасной областью. Инфракрасные лучи воздействуют на специальные фотоматериалы.

## **ОСВЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТА СЪЕМКИ**

Объект съемки может быть освещен естественным светом, искусственным источником света или смешанным светом.

### **Источники света**

Спектральный состав источников света оценивают по цветовой температурой\*. Количественно цветовая температура обозначается в градусах Кельвина ( $^{\circ}\text{K}$ ). На спектральный состав света влияют многие факторы. Так, при восходе и закате солнца в составе света преобладают желтые и красные лучи. Такой свет имеет цветовую температуру 4000—5000  $^{\circ}\text{K}$ . В туманные дни цветовая температура 7500—8500  $^{\circ}\text{K}$ . Свет синего неба имеет цветовую температуру 12 000—27 000  $^{\circ}\text{K}$ . В летние месяцы средняя цветовая температура 5800—6400  $^{\circ}\text{K}$ , в зимние — 5500—6000  $^{\circ}\text{K}$ . Цветовая температура ламп накаливания зависит от их типа и величины подведенного к ним электрического напряжения. Приблизительно принято считать, что изменение напряжения на 1% у ламп накаливания 110—127 в увеличивает цветовую температуру на 10—15  $^{\circ}\text{K}$ .

Глаз не способен точно оценивать цветовую температуру, которая может изменяться весьма значительно в течение короткого отрезка времени, например в горах. Эти изменения затрудняют съемку и могут быть причиной неудовлетворительных по цветовоспроизведению изображений. Для измерения цветовой температуры выпускаются

---

\* Цветовая температура — температура, при которой абсолютно черное тело излучает свет того же спектрального состава, что и свет, излучаемый сравниваемым источником света.

Таблица 7

Источник света	Цветовая температура (приблизительно), °К
Спичка	1700
Свеча	1850
Лампа накаливания 25 <i>вт</i>	2500
Лампа накаливания 100 <i>вт</i>	2650
Лампа накаливания 1000 <i>вт</i>	2940
Лампа накаливания зеркальная	3200—3400
Лампа кинопроекторная	3285
Лампа кинопроекторная	3300
Фотолампа	3475
Лампа-вспышка одноразовая	3500
Лампа-вспышка многократная	5500
Лампа галогенная	3200—3400
Лампа люминесцентная тип ЛТБ	2700—2800
Лампа люминесцентная тип ЛХБ	4300—5100
Лампа люминесцентная тип ЛБ	3200—3800
Лампа люминесцентная тип ЛД	6000—7500
Лампа дуговая	3700—5000
Лампа дуговая интенсивного горения	5600
Солнце через час после восхода	3500
Солнце ранним утром и в предвечерние часы	4000—4300
Солнце в полдень летом	5400—5800
Небо в пасмурную погоду	7500—8400
Небо голубое	9500—30 000
Небо, освещающее объект в тени летом	28 000
Небо, освещающее объект в тени зимой	14 000

специальные приборы. Некоторые производители снабжают фотоэлектрические экспонометры насадками, которые позволяют определять цветовую температуру источников света, освещающих объект.

В табл. 7 приведены величины цветовой температуры ряда источников света.

**Естественный свет** — прямой солнечный свет и свет, отраженный от неба и от бликующих поверхностей. Освещение объекта естественным светом может быть различным по яркости, контрасту и спектральному составу. На эти характеристики влияют высота солнца, атмосферные условия, время суток, время года и географическая широта местности.

Высоту солнца оценивают в **у г л о в ы х г р а д у с а х** ( $h_0$ ) от линии горизонта. В момент восхода или заката солнца  $h_0 = 0^\circ$ , когда солнце находится в зените, т. е. над головой,  $h_0 = 90^\circ$ . Высота солнца зависит от времени года, времени

суток и географической широты местности. С изменением высоты солнца меняется освещенность на различно расположенных деталях объекта, одновременно меняется и контрастность освещения, т. е. соотношение между освещенностями деталей объекта. Расположение теней и их длина также зависят от положения солнца.

Чем ниже спускается солнце к горизонту в безоблачную погоду, тем меньше света доходит до земной поверхности. По мере того как солнце поднимается над горизонтом, освещенность горизонтальной поверхности быстро увеличивается. В средних широтах солнце поднимается не столь высоко (например, для Москвы максимальная высота его в полдень летом составляет  $58^\circ$ ). Предельная освещенность горизонтальной поверхности в этом случае равна 90 000 лк. Для открытой, но затененной от солнца горизонтальной поверхности средняя освещенность может быть от 3000 лк (при  $h_0=5^\circ$ ) до 18 000 лк (при  $h_0=90^\circ$ ).

Атмосфера оказывает значительное влияние на спектральный состав света, падающего на объект. Рассеяние света в атмосфере не одинаково для лучей разных длин волн. Чем короче длины волн, тем светорассеяние происходит более интенсивно.

В зависимости от состояния атмосферы меняется не только цвет неба, но и цвет солнца. Чем ближе солнце к горизонту, тем оно кажется краснее; на самом горизонте солнце часто выглядит темно-красным и тусклым; оно может быть красным и высоко над горизонтом, если атмосфера сильно засорена дымом или мельчайшими ледяными кристалликами, поглощающими сине-фиолетовые лучи; при наличии в атмосфере крупных частиц пыли заходящее солнце кажется тусклым и белесоватым; если солнце пробивается сквозь завесу пыли или песка, поднятых ветром, оно может казаться зеленоватым или синеватым.

Безоблачное небо по яркости в разных местах различно: его яркость увеличивается к горизонту. Яркость облачного неба зависит от вида облаков, их высоты, расположения по отношению солнца. Облака увеличивают освещенность горизонтальной поверхности тем сильнее, чем больше места они занимают на небе при открытом солнце. Наибольшая освещенность бывает в том случае, если небо полностью закрыто светлыми облаками, а само солнце открыто.

Освещенность сильно снижается, когда солнце закрыто облаками, причем степень ослабления зависит от плотности облаков. При сплошной облачности и закрытом солнце

спектральный состав света одинаков в течение всего пасмурного дня.

Интенсивность рассеянного дневного света, а следовательно, и освещенность деталей в тенях объекта зависят от того, покрыта ли земля снегом, зеленой растительностью, песком или на ней есть озера, пруды и т. д.

Снег имеет высокую отражательную способность, и поэтому влияние его на дневное освещение наиболее сильно. Отраженный от снежной поверхности свет повышает освещенность деталей в тенях объекта.

Освещенные солнцем предметы отражают свет, спектральный состав которого зависит от их окраски. Этот свет создает цветные рефлекс в тенях объекта. Источниками цветных рефлексов могут быть: ярко освещенная зеленая листва, окрашенная стена здания, красное полотнище флага и т. д. Особенно сильное влияние цветные рефлекс оказывают на освещение слабо окрашенных или бесцветных деталей объекта, например, при портретной съемке.

**Искусственное освещение** — свет ламп накаливания, импульсных, люминесцентных и дуговых.

**Л а м п а н а к а л и в а н и я** — источник света, основанный на нагреве электрической энергией металлической нити, помещенной в стеклянной колбе, наполненной инертным газом (аргон, криптон).

Основными характеристиками ламп накаливания являются: напряжение тока, мощность, световой поток, световая отдача, спектральный состав света и продолжительность горения.

Лампы накаливания делятся на следующие группы:

Лампы накаливания общего назначения, применяемые для освещения помещений и для наружного освещения, весьма различны по мощности и световому потоку: например, лампа в 100 *вт* дает световой поток 1240—1560 *лм*, в 300 *вт* — световой поток 4350—4950 *лм*, в 500 *вт* — световой поток 8000—9000 *лм*, в 1000 *вт* — световой поток 18 000—19 500 *лм*. Продолжительность горения ламп накаливания около 1000 *час*. Во время их горения вольфрамовая нить постепенно испаряется и металл осаждается на внутренних стенках колбы, вследствие чего она становится менее прозрачной и световой поток уменьшается. Сила света падает еще и потому, что при испарении вольфрама нить делается тоньше, сопротивление ее возрастает, а потребляемая сила тока падает. В конце горения световой поток лампы может понизиться до 20%.

**Фотоламп**ы имеют: матированную колбу, заполненную аргоном, с вольфрамовой нитью, работающей в режиме сильного перекала; у них повышены световой поток и цветовая температура.

Световой поток фотолампы в 275 *вт* равен 8000—8800 *лм*, фотолампы в 500 *вт* — 14 500—17 000 *лм*. Продолжительность горения фотоламп 4—8 *час*.

**Зеркальные лампы** имеют колбу, сводчатая часть которой покрыта внутри алюминиевым отражающим слоем, а купол слегка матирован. В результате такой конструкции зеркальные лампы имеют высокий коэффициент полезного действия (около 78%) и дают равномерное световое пятно.

**Киноламп**ы (прожекторные и проекционные) относятся к газонаполненным лампам накаливания с повышенной световой отдачей и высокой температурой накала вольфрамовой нити. Лампы имеют колбу из прочного стекла шаровой или цилиндрической формы. Цилиндрическая форма колбы обеспечивает правильную циркуляцию потоков газа, предохраняет стекло от размягчения под действием высокой температуры нити и несколько предохраняет рабочую часть колбы от распыляемых частиц вольфрама.

В некоторые колбы введен крупнозернистый порошок вольфрама, который при встряхивании лампы стирает со стекла осадок распыленного вольфрама и тем самым делает колбу прозрачной.

Лампы сделаны очень компактно с высокой яркостью тела накала. Спираль нити находится в одной плоскости, что позволяет легко установить лампу в нужном положении в осветительный прибор. Вследствие повышенной температуры накала нити срок службы ламп не превышает 150 *час*. Многие из киноламп рассчитаны на работу только в вертикальном положении цоколем вниз. В зависимости от типа ламп допустимый угол наклона может быть от 15 до 45°.

Мощность киноламп — от 300 до 10 000 *вт*. Например, лампы типа ПЖ в 300 *вт* обеспечивают световой поток 7000 *лм*, в 1000 *вт* — 22 000 *лм*, в 3000 *вт* — 72 000 *лм*, в 10 000 *вт* — 280 000 *лм*; лампы типа КПЖ и ПЖК в 500 *вт* дают световой поток 14 000 *лм*, в 3000 *вт* — 84 000 *лм*, в 10 000 *вт* — 295 000 *лм*. Лампы этого типа имеют только шаровые колбы; лампы типа К в 500 *вт* имеют световой поток 11 000 *лм*.

Галогенные лампы (йодные, бромные, фтористые) относятся к наиболее современным источникам света. Они отличаются малым размером колбы, компактным телом накала, хорошим световым потоком и высокой цветовой температурой (рис. 1). Галогенные лампы имеют увеличенную световую отдачу и продолжительный срок службы по сравнению с фотолампами. Так, лампа в 300 *вт* дает световой

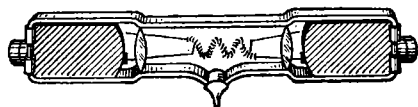


Рис. 1  
Галогенная лампа

поток 8700 *лм* в течение 20 *час* горения; лампа в 500 *вт* — 13 000 *лм* в течение 130 *час*; в 1000 *вт* — 26 000 *лм* в течение 50 *час*.

Галогенные лампы имеют колбу из кварцевого или специального тугоплавкого стекла, заполненную инертным газом с небольшим количеством галогена (йод, бром, фтор). Такие колбы допускают высокое давление наполняющих газов, что уменьшает испарение вольфрамовой нити. Кроме того, колбы очень прочны и не лопаются, если на них попали капли холодной воды во время горения. Постоянство свойств ламп объясняется тем, что вольфрамовая нить в процессе накала непрерывно восстанавливается. Этот процесс происходит во время горения лампы, когда испаряющийся вольфрам нити, вместо того чтобы осесть на стенках колбы и затемнять ее, вступает в реакцию с парами галогена. Это соединение при высокой температуре около поверхности нити разлагается на вольфрам и галоген. Вольфрам частично оседает на нить, а галоген в газообразном состоянии вновь вступает в реакцию с испаряющимся вольфрамом. В результате такого хода реакций происходит непрерывный процесс восстановления нити в лампе, что и обеспечивает ее постоянство. Галогенные лампы помещаются в специальные осветительные приборы.

Световые характеристики любых ламп накаливания и срок их службы в значительной степени зависят от питающего напряжения. Чем выше напряжение, тем больше световой поток и короче срок службы лампы. Например, увеличение напряжения на 1% приводит к изменению светового потока на 3,5%. Одновременно изменяется и цветовая температура. Так, при недокале лампы (2500° K) она светит желтым светом, при перекале (3500° K) ее свет становится более белым.

На срок службы ламп оказывает влияние количество включений их в работу. Происходит это потому, что вольфрамовая нить в холодном состоянии имеет электрическое сопротивление, в 8—10 раз меньшее, чем при горении лампы. В результате перегрузки нити в момент включения лампы происходит повышенное распыление вольфрама. Поэтому часто, особенно при включении мощных ламп, применяют реостат, чтобы уменьшить пусковой ток.

В целях лучшего использования и перераспределения в нужном направлении светового потока источника света лампу помещают в осветительный прибор с отражающей, рассеивающей или преломляющей поверхностями. Чаще применяются приборы, имеющие колпак, окрашенный внутри. Эта окраска способствует увеличению светового потока, который становится равным сумме силы света лампы и отражателя. Коэффициент полезного действия осветительного прибора увеличивается особенно сильно, если внутренняя поверхность колпака сделана зеркальной. Однако при зеркальном отражателе осветительного прибора труднее получить равномерный световой поток, так как его равномерность зависит от точности изготовления зеркального отражателя, установки лампы в приборе и т. д.

Осветительные приборы могут состоять из нескольких ламп, включаемых полностью или частично во время работы.

Для регулирования светового потока применяют различные приспособления, устанавливаемые на осветительных приборах. Например, сетки из марли, тюля и других материалов ослабляют световой поток и несколько увеличивают его угол рассеяния; шторы, вращающиеся или неподвижные, ограничивают световой поток; светофильтры, изменяя цветовую температуру источника света, способствуют получению эффектов цветного освещения.

На рис. 2 показаны некоторые осветительные приборы, выпускаемые заводами или изготовленные самостоятельно.

Осветительные приборы устанавливают на штативе или другом подобном устройстве, на различной высоте и под различными углами к объекту съемки.

**И м п у л ь с н а я л а м п а (фотовспышка)** — источник света мгновенного действия и очень большой интенсивности. Выпускаются двух типов: многоразовые и однократные.

Многоразовая лампа-вспышка основана на использовании искрового разряда, подобного разряду молнии. Эта лампа представляет собой запаянную трубку из прочного стекла, которая может быть различной формы. В конце трубки впаяны токоведущие электроды.

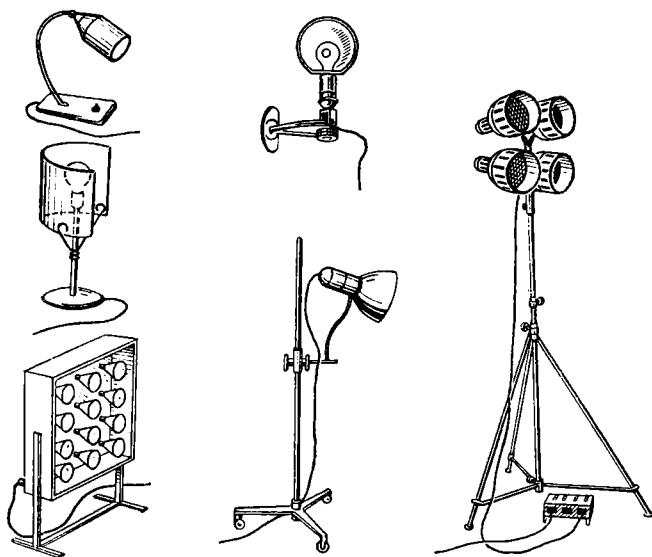


Рис. 2  
Осветительные приборы

Трубка заполнена инертным газом, обычно ксеноном, способным при пропускании тока высокого напряжения ионизироваться и светиться. В большинстве случаев напряжение поступает от конденсатора, накопившего необходимую электрическую энергию.

При включении лампы конденсатор, мгновенно разряжаясь, ионизирует газ и вызывает интенсивную световую вспышку.

В зависимости от конструкции лампы, продолжительность вспышки колеблется от  $\frac{1}{400}$  до  $\frac{1}{10000}$  сек. Число вспышек также зависит от вида лампы и может быть больше 10 000. Между вспышками происходят короткие перерывы, необходимые для охлаждения лампы и зарядки конденсатора.

Лампы установлены в отражатели, которые создают концентрированный направленный свет и предохраняют лампы от повреждений.

В качестве источника питания могут быть применены сухие батареи, аккумуляторы и сеть переменного электрического тока. Подача электрического напряжения для разного типа ламп зависит от конструкции осветительного прибора.

Лампа требует точной синхронизации световой вспышки с действием затвора фотоаппарата. Синхронизация должна осуществляться так, чтобы вспышка произошла при полном открытии затвора.

Основной характеристикой лампы является энергия вспышки, выражаемая в джоулях ( $вт \cdot сек$ ). Результирующий эффект освещения равен произведению силы света лампы на продолжительность ее вспышки ( $св \cdot сек$ ).

Освещенность изображения на фотоматериале определяется ведущим числом лампы.

В е д у щ е е ч и с л о — это произведение значения диафрагмы объектива на расстояние от лампы до объекта съемки.

Ведущее число служит важнейшим показателем лампы. Оно не постоянно и зависит от типа используемой лампы, ее положения в отражателе, величины и поверхности отражателя, источника питания, светочувствительности фотоматериала и др.

Ведущее число, указанное на лампе, рассчитано лишь на определенную светочувствительность фотоматериала. Например, для лампы ФИЛ-10М (рис. 3) ведущее число 24 предусматривает съемку на фотоматериале со светочувствительностью 90 ед. ГОСТа. Если предполагают вести съемку на фотоматериале светочувствительностью 65 ед. ГОСТа, то ведущее число лампы увеличивают в 1,4 раза; при использовании фотоматериала чувствительностью 130 ед. ГОСТа ведущее число уменьшают на 1,4 раза.

Изменение напряжения или емкости конденсатора сказывается на ведущем числе лампы.

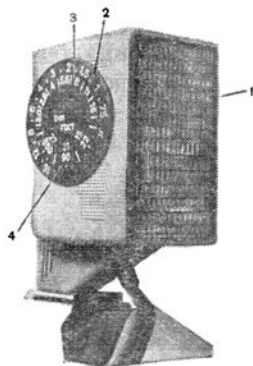


Рис. 3  
Импульсная лампа-вспышка:  
1 — осветитель, 2 — шкала расстояний до объекта, 3 — шкала диафрагм объектива, 4 — шкала чисел светочувствительности фотопленки

При съемке в больших или темных помещениях, где количество отраженного света очень мало и не может действовать на фотоматериал во время экспонирования, ведущее число лампы необходимо уменьшить на величину, зависящую от условий съемки. Иногда для освещения темных помещений и для подсветки теневых участков используют несколько ламп, действующих синхронно.

При одновременном включении двух ламп, работающих от самостоятельных источников питания и направленных в одну сторону, освещенность увеличивается вдвое, вследствие чего диафрагму объектива следует закрыть на одно деление.

Если каждая из ламп используется по-разному: одна — для освещения объекта съемки, другая — для освещения фона, диафрагму объектива можно не менять, так как освещенность объекта изменяется незначительно.

Широкое распространение ламп-вспышек обусловлено тем, что они позволяют снимать в трудных условиях освещения, быстрого движения снимаемого объекта, когда без лампы-вспышки съемка невозможна. Кроме того, с помощью лампы-вспышки можно делать очень большое число снимков с короткими перерывами. К достоинствам лампы следует отнести также возможность получения мелкозернистого изображения, так как ее вспышка допускает съемку на менее светочувствительном фотоматериале, чем требуется при обычных условиях фотографирования быстро движущегося объекта.

Цветовая температура лампы-вспышки около  $5500^{\circ}\text{K}$ , что позволяет снимать на цветном фотоматериале, рассчитанном на дневное освещение.

Однако лампа-вспышка имеет и существенные недостатки. Изображение, полученное при съемке со вспышкой, оказывается менее объемным из-за того, что на объект действует резкий передний свет. Вследствие чрезмерно короткой световой вспышки изображение становится менее контрастным, чем при съемке с выдержками, предусмотренными затвором фотоаппарата.

Чтобы получить привычное по контрастности изображение, фотоматериал следует обрабатывать в проявляющем растворе дольше на 50—75%, чем этого требует данный материал и проявитель. Разумеется, при удлинении времени проявления нужно учитывать, что повышается и светочувствительность фотоматериала. Если же съемка ведется с лампой, имеющей продолжительную вспышку

(около  $1/_{500}$  сек), то время проявления фотоматериала можно не увеличивать.

О д н о р а з о в а я л а м п а - в с п ы ш к а — маленький стеклянный баллончик, заполненный специальным составом, способным под действием электрического тока воспламеняться и давать интенсивную вспышку света. Такие лампы-вспышки бывают разной формы и размера, рассчитаны на установку в самостоятельный отражатель или в отражатель, имеющийся на камере. В большинстве случаев питание одноразовых ламп-вспышек происходит от малогабаритной сухой батарейки, расположенной внутри камеры фотоаппарата или отдельно от него.

Вследствие того что вспышка в лампе происходит через некоторый промежуток времени после соединения ее контактов с источником питания, синхронизатор в фотоаппарате должен замыкать их раньше полного открытия затвора (около 0,02 сек). Для этого синхронизатор фотоаппарата устанавливают на контакт, обозначенный буквой «М».

## ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Фотоаппараты представляют собой сложные оптико-механические приборы. Рассмотрим важнейшие детали фотоаппарата.

**Объектив** — собирательная оптическая система, состоящая из линз, заключенных в металлическую или пластмассовую оправу

За последние годы в области объективостроения произошел существенный прогресс. При расчете оптических систем

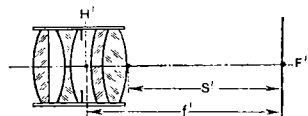


Рис. 4  
Схема объектива:  $F'$  — точка фокуса,  $H'$  — задняя главная плоскость,  $S'$  — задний отрезок,  $f'$  — фокусное расстояние

широко применяются электронно-счетные машины; усовершенствовалась технология точной обработки стеклянных линз; используются новые сорта стекол, содержащие соединения редкоземельных элементов (например, лантановые стекла обладают довольно высоким показателем преломления). Это позволяет соз-

дать объективы с меньшим числом линз, повысить светосилу объектива, а также увеличить угловое поле объектива и улучшить качество изображения.

Фотографический объектив имеет следующие характеристики (рис. 4).

**Фокусное расстояние** — расстояние от задней главной плоскости до заднего фокуса объектива. Задняя

главная плоскость может находиться внутри объектива или вне объектива (рис. 5).

З а д н и м ф о к у с о м называют плоскость, перпендикулярную оптической оси и проходящую через точку заднего фокуса, в которой после преломления в объективе пересекаются все лучи, идущие в пространстве параллельно его оптической оси.

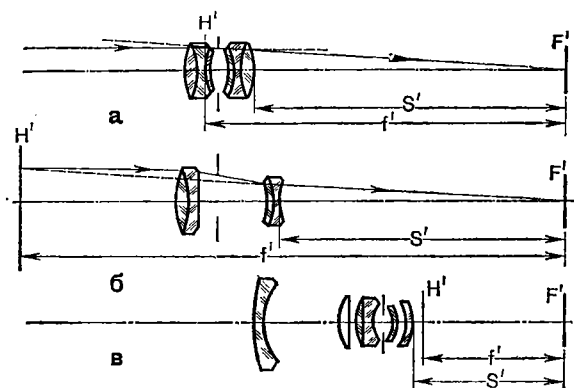


Рис. 5  
Оптические схемы объективов: а — нормального, б — длиннофокусного, в — короткофокусного

Фокусное расстояние объектива выражается в миллиметрах (мм). Величина фокусного расстояния указывается на оправе объектива (округленно). От величины фокусного расстояния объектива зависит м а с ш т а б и з о б р а ж е н и я, т. е. степень линейного уменьшения объекта при его оптическом изображении.

Чем больше фокусное расстояние объектива, тем крупнее изображение объекта, и наоборот, — чем короче фокусное расстояние объектива, тем мельче изображение объекта при его фотографировании с одной и той же точки.

Относительное отверстие — отношение диаметра действующего (светового) отверстия объектива ( $d$ ) к его фокусному расстоянию ( $f$ ). Диаметр действующего отверстия (для объективов простой конструкции) принимают диаметр первой линзы объектива.

Количественно относительное отверстие определяют по формуле

$$\frac{1}{f:d}.$$

Величина относительного отверстия объектива определяется дробным числом, в котором числитель равен единице. Для удобства его пишут в виде отношения (например, 1 : 2, 1 : 2,8 и т. д.). Так, величина 1 : 2 показывает, что у данного объектива фокусное расстояние в два раза больше диаметра действующего отверстия.

Светосила объектива — способность объектива создавать изображение определенной освещенности. Светосила определяется отношением освещенности поля изображения, создаваемой объективом, к яркости фотографируемого объекта.

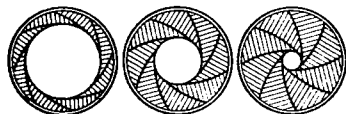


Рис. 6  
Диафрагмы объектива

Светосила — показатель переменный, так как между линзами объектива помещена диафрагма, которая плавно изменяет диаметр светового отверстия (рис. 6). Д и а

ф р а г м а состоит из нескольких дугообразных лепестков, помещенных в оправу, имеющую снаружи специальное кольцо. На оправу объектива вынесена шкала значе- н и й о т н о с и т е л ь н ы х о т в е р с т и й, на которой указаны только знаменатели дробного числа, называемые диафрагменными числами.

Показатели диафрагменных чисел на шкале стандартизованы и имеют следующий ряд: 0,7; 1,0; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45 и 64. Этот ряд подчинен определенному закону, по которому при переходе от одного диафрагменного числа к соседнему количество пропускаемого объективом света изменяется в два раза.

Максимальное относительное отверстие обозначается на оправе объектива, например, в виде такой надписи: «2,8/50», где 2,8 — диафрагменное число, а 50 — фокусное расстояние объектива, выраженное в миллиметрах. Диафрагменное число часто называют светосилой объектива. По этой терминологии рассмотренный объектив имеет светосилу 2,8.

В объективах помимо простых диафрагм, у которых действующее отверстие устанавливают до съемки поворотом ручного кольца на оправе объектива, существуют более

совершенные диафрагмы, рассчитанные на быструю и удобную установку светового отверстия объектива. К ним относятся нажимные, прыгающие, моргающие диафрагмы или устанавливаемые до упора. Конструкции их весьма различны. Некоторые из диафрагм объединены с затвором фотоаппарата (стр. 36).

Светосила объектива уменьшается, если съемка происходит на очень близком расстоянии от объекта, например при съемке в масштабе 1 : 1. В этом случае светосила объектива уменьшается в ч е т ы р е раза. Это объясняется тем, что с приближением объектива к объекту плоскость изображения отодвигается от задней главной плоскости объектива и располагается на расстоянии, превышающем фокусное расстояние объектива. При съемке объекта в увеличенном масштабе светосила объектива понижается тем больше, чем крупнее масштаб изображения. Поэтому при расстоянии до объекта меньше 10 фокусных расстояний объектива в показатель светосилы должна быть введена поправка:

$$\left(1 + \frac{1}{M}\right).$$

В табл. 8 приведены коэффициенты, показывающие, во сколько раз происходит уменьшение светосилы (соответст-

Т а б л и ц а 8

Дистанция, на которую установлен объектив, выраженная в фокусных расстояниях	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Коэффициент, указывающий, во сколько раз уменьшается относительное отверстие объектива	1,11	1,12	1,14	1,16	1,2	1,25	1,3	1,5	2

венно, во сколько раз увеличивается знаменатель относительного отверстия) при его установке на дистанции от 10 до 2 фокусных расстояний.

Иногда максимальное значение относительного отверстия не совпадает с предусмотренными в стандартном ряде, например: 1 : 1,5; 1 : 3,5; 1 : 4,5 и т. д.

Если необходимо выяснить, насколько светосильнее будет объектив при диафрагме 3,5 по сравнению со следующим показателем диафрагмы, имеющим цифру 4, расчет ведут так:

$$\left(\frac{1}{3,5}\right)^2 : \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{12} : \frac{1}{16} = \frac{16}{12} \approx 1,3.$$

Пользуясь подобным расчетом, можно сравнить два объектива, имеющих различные максимальные относительные отверстия.

В современных объективах, представляющих собой сложную оптическую систему из расположенных в воздушной среде нескольких линз, часто разных по природе стекла, происходит некоторая потеря света. Эти световые потери вызваны тем, что на границе стекло — воздух и воздух — стекло происходит рассеяние света вследствие его отражения от поверхностей линз. Рассеяние возникает также за счет отражения света оправой объектива, лепестками диафрагмы и пр.

Потери света происходят и за счет толщины стекол линз объектива, так как даже самые прозрачные сорта оптического стекла имеют заметное поглощение в видимой части спектра, они еще больше поглощают ультрафиолетовые лучи. Стекло толщиной в 1 см поглощает 1—2% света в видимой части спектра. В двух объективах одной и той же оптической схемы, но разных по фокусному расстоянию и потому имеющих неодинаковую толщину стекол, потеря света будет весьма различной.

Особенно заметно поглощение света стеклом в коротковолновой части спектра, причем оно тем сильнее, чем больше суммарная толщина линз, из которых сделан объектив. Это поглощение зависит и от типа оптического стекла.

Величина относительного отверстия объектива, рассчитанная по геометрическим параметрам оптической системы, не учитывает потери света в объективе. Поэтому сравнение светосилы разных объективов по оптическим системам или другим характеристикам путем сопоставления их относительных отверстий является неточным.

Объективы, линзы которых покрыты специальными пленками, называются просветленными.

Просветление заключается в образовании на несклеенных преломляющих поверхностях линз тонких прозрачных пленок, показатели преломления и толщина кото-

рых подобраны так, что световая энергия, отраженная от поверхностей пленок, в результате интерференции близка к нулю. В зависимости от числа пленок различают одно-, двух- и трехслойное просветление.

При просветлении объективов происходит значительное уменьшение коэффициента отражения и, следовательно, увеличение освещенности изображения.

Просветление не только снижает потери света в объективе, но и положительно сказывается на качестве фотографического изображения. Без просветляющих пленок лучи, многократно отраженные стеклянными поверхностями, проникают внутрь камеры, создают рассеянный свет, не участвующий в создании изображения, а лишь равномерно засвечивающий экспонируемый фотоматериал. В результате такой засветки контрастность изображения несколько снижается.

Просветляющие пленки могут быть такими, при которых стеклянные поверхности линз, рассматриваемые на отражение, кажутся голубыми или желтыми. Если линзы объектива кажутся голубыми (голубое просветление), цветное изображение получается с синеватым оттенком. Желтое просветление объектива, называемое **янтарным**, способствует получению более правильного по цвету изображения. Янтарное просветление целесообразно для светосильных объективов с линзами большой толщины, изготовленными из сильно преломляющих стекол, в том числе лантановых.

**Поле зрения** — пространство, проецируемое объективом в виде круга (рис. 7).

По качеству созданного изображения поле зрения неодинаково. Резкость изображения и освещенность ухудшаются от центра к краям поля.

**Поле изображения** — центральная часть проецируемого пространства, в пределах которого различие между центром поля и его краями по резкости и освещенности изображения считается допустимым.

Фотографические изображения имеют прямоугольную форму, поэтому в поле изображения вписывают формат кадра, на который рассчитан объектив.

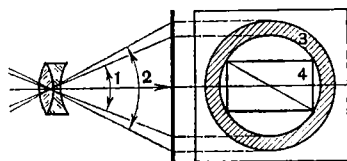


Рис. 7  
Поле зрения и поле изображения объектива: 1 — угловое поле изображения, 2 — угловое поле зрения, 3 — поле зрения, 4 — поле изображения

Величина углового поля изображения, зависящая от фокусного расстояния объектива и размера кадра, определяется по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{D}{2f},$$

где  $\omega$  — половина углового поля изображения;  $D$  — диагональ кадра;  $f$  — фокусное расстояние объектива.

**Разрешающая сила** — способность объектива раздельно изображать очень мелкие и близко расположенные друг к другу детали объекта.

Разрешающую силу объектива определяют по таблице, состоящей из черных и одинаковых с ними по ширине белых промежутков. Величину разрешающей силы оценивают предельным числом различаемых линий на 1 мм.

Изображение таблицы, создаваемое объективом на фотоматериале, отличается от ее изображения, рассматриваемого глазом в специальном приборе. Воспроизведенная на фотоматериале таблица показывает разрешающую силу системы объектив+фотоматериал и называется **фотографической разрешающей силой объектива**.

Фотографическая разрешающая сила объектива всегда ниже его визуальной разрешающей силы, так как на ее величину влияют разрешающая сила объектива, условия съемки таблицы, свойства фотоматериала и его обработка. Особенно большое влияние оказывает зернистость светочувствительного слоя фотоматериала. Она неодинакова у различных фотоматериалов. Фотографируя таблицу одним и тем же объективом сначала на мелкозернистом, а затем на крупнозернистом фотоматериале, можно обнаружить, что число различаемых штрихов на мелкозернистом фотоматериале будет соответствовать, например, 150 *лин/мм*, а на крупнозернистом — лишь 45 *лин/мм*. Поэтому объективы принято испытывать на фотоматериалах средней светочувствительности или на тех фотоматериалах, которыми будут чаще всего пользоваться при работе с этими объективами.

Разрешающая сила объектива по центру изображения и его краям неодинакова. Это различие вызвано недостатками в оптической системе (абберациями) объектива. Спад разрешающей силы у разных объективов различный. У одних типов объективов разрешающая сила пониженная только у самых краев изображения, у других — снижается постепенно от центра к краям изображения.

Величина фотографической разрешающей силы зависит от степени диафрагмирования объектива. При небольшом диафрагмировании объектива разрешающая сила несколько увеличивается как в центре, так и по всему полю изображения, а при сильном диафрагмировании — уменьшается. Для большинства объективов наивысшая разрешающая сила при диафрагмах — от 4 до 8.

#### Типы объективов

Фотографические объективы изготовляют по типовым оптическим схемам. Каждому типу объективов присваивают какое-либо название, например: «Индустар», «Юпитер», «Гелиос», «Вега», «Мир» и т. д.

В один тип входят объективы, различные по фокусному расстоянию, по величине относительного отверстия, по угловому полю зрения и другим характеристикам. Одинаковые объективы обозначаются цифрой, помещенной рядом с названием оптической схемы: «Гелиос-94», «Вега-3», «Рубин-1» и т. д.

На оправе объектива указывается название завода-изготовителя или его марка, номер объектива, наименование оптической схемы, относительное отверстие, фокусное расстояние.

Объективы группируют по светосиле и по угловому полю изображения:

сверхсветосильные — с относительным отверстием больше 1 : 2;

светосильные — с относительным отверстием 1 : 2—1 : 2,8;

малосветосильные — с относительным отверстием менее 1 : 11.

Нормальные по угловому полю изображения объективы, — у которых угловое поле изображения 40—55°, а фокусное расстояние близко к диагонали кадра.

Узкоугольные (длиннофокусные) объективы, — у которых угловое поле изображения менее 30°, а фокусное расстояние — от 2 до 10 диагоналей кадра и даже больше.

Очень длиннофокусные объективы при обычной оптической схеме получаются громоздкими и тяжелыми. Длиннофокусные объективы, созданные по специальным оптическим схемам, называются телеобъективами (рис. 8). У большинства телеобъективов задний отрезок, т. е. расстояние от последней поверхности линзы до фокуса,

значительно меньше фокусного расстояния, что позволяет сильно уменьшить размер и массу объектива.

Особый интерес представляют зеркально-линзовые объективы, имеющие помимо обычных линз зеркала. Эти объективы относительно небольшие по размеру

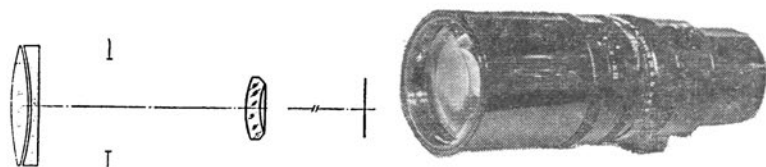


Рис. 8  
Схема и общий вид телеобъектива

и очень длиннофокусные. К ним относятся широко применяемые объективы «МТО-500» и «МТО-1000» (рис. 9).

Широкоугольные (короткофокусные) объективы,— у которых угловое поле изображения  $60^{\circ}$ — $90^{\circ}$ , а фокусное расстояние короче диагонали кадра (от 0,8 до 0,5 диагонали).

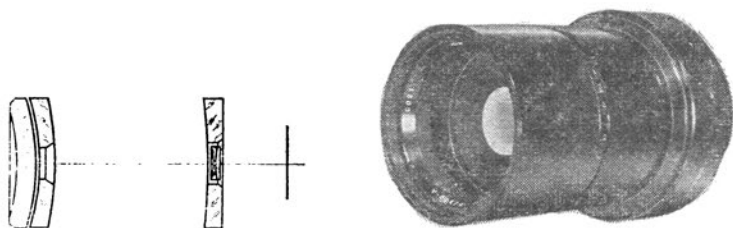


Рис. 9  
Схема и общий вид зеркально-линзового объектива

Сверхширокоугольные объективы,— у которых угловое поле изображения более  $90^{\circ}$ , а фокусное расстояние значительно короче диагонали кадра.

Эти характеристики группы весьма условны, так как они могут меняться в зависимости от уровня техники изготовления объективов, условий их применения и многих других причин. Например, объектив с относительным отверстием  $1:2,8$  еще недавно считался сверхсветосильным, сейчас его относят к светосильным. Объектив с фокусным расстоянием 135 мм для кадра  $2,4 \times 3,6$  см будет длиннофокусным, для

кадра  $9 \times 12$  см — нормальным, а для кадра  $13 \times 18$  см — широкоугольным.

Объективы могут быть постоянно установленными в фотоаппарате или сменными.

Сменные объективы различаются по фокусному расстоянию, светосиле или другим оптическим свойствам. Они приспособлены для установки в фотоаппарат, рассчитанный на работу с разными объективами. Комплект сменных объективов состоит из нескольких объективов с разными фокусными расстояниями (от 20 до 500, даже до 1000 мм). Чем больше набор, тем шире круг применения фотоаппарата.

Оправы сменных объективов изготавливаются либо для определенного типа фотоаппарата, либо делаются универсальными, пригодными для разных фотоаппаратов. В тех случаях, когда оправа объектива не подходит к фотоаппарату, пользуются специальными переходными устройствами — а д а п т е р а м и.

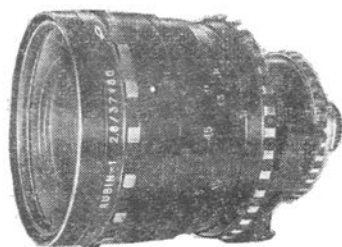
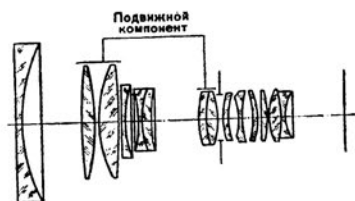


Рис. 10  
Схема и общий вид объектива «Рубин-1»

Некоторые производители изготавливают сменные объективы из отдельных оптических компонент. Такие объективы имеют один компонент, постоянно укрепленный в фотоаппарате, и серию компонент, присоединяемых к основному в зависимости от фокусного расстояния объектива.

Объективы с переменным фокусным расстоянием (панкратические) позволяют получать изображение объекта в разных масштабах с одной точки съемки. Они представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из неподвижных и подвижных оптических элементов, позволяющих изменять фокусные расстояния объектива. Широкоизвестным объективом является

«Рубин-1» (рис. 10), в котором фокусное расстояние можно менять от 37 до 80 мм.

Объективы с переменным фокусным расстоянием имеют преимущества перед обычными объективами: один такой объектив заменяет серию сменных объективов, дает возможность быстро изменить масштаб изображения, более рационально построить композицию кадра, что особенно важно для малоформатных изображений.

К недостаткам таких объективов следует отнести несколько пониженную разрешающую силу, увеличенный размер и большую массу.

**Камера** — светонепроницаемый ящик, в передней стенке которого установлен объектив, а у задней стенки помещается фотоматериал. Камера может быть жесткой конструкции или складной, изготовленной из металла, пластмассы и дерева. Внутри и снаружи камеры могут быть установлены различные механизмы, обеспечивающие выполнение ряда операций, необходимых при съемке.

В жестких конструкциях фотоаппаратов объективная доска составляет одно целое с камерой, и тогда для наводки на резкость и установки объектива на определенное расстояние от фотоматериала объектив перемещается при помощи многозаходной резьбы.

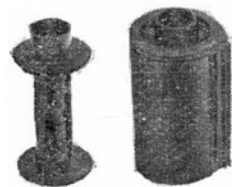


Рис. 11  
Стандартная кассета для  
фотопленки

В складных фотоаппаратах объективная доска при открывании камеры либо автоматически устанавливается всегда на одном и том же расстоянии от фотоматериала, либо отодвигается от задней стенки по зубчатой рейке — к р е м а л ь е р е. В складных конструкциях объективная доска соединена с жесткой рамой камеры светонепроницаемым мехом.

Некоторые камеры имеют объективную доску, которая может перемещаться вверх и вниз, влево и вправо; у более сложных камер объективная доска имеет еще и наклоны.

Задняя стенка камеры может быть съемной, откидывающейся на шарнире или составлять одно целое с корпусом камеры. Фотоматериал в кассете или на катушке помещают в специальные гнезда задней стенки камеры или устанавливают вместо задней стенки камеры. Одни кассеты предназначены для перфорированной фотопленки, другие — для катушечной фотопленки, третьи — для фотопластинок.

Стандартная кассета (рис. 11), в которой продают фотопленку, состоит из корпуса, катушки, крышек, надеваемых на корпус. В этой кассете фотопленка, намотанная на катушку, проходит через продольную щель, оклеенную черным бархатом, который защищает фотоматериал от действия света.

К наиболее современным относятся кассеты типа «Рапид» и «Кодапак», рассчитанные на быструю и упрощенную зарядку фотоаппарата.

Фотоаппарат, предназначенный для кассет «Рапид» (рис. 12), имеет два гнезда, в которые помещают две одинаковые кассеты: подающую — заряженную фотопленкой, и приемную — для экспонированной фотопленки. После закрытия задней стенки камеры специальный механизм проталкивает фотопленку по одному кадру из подающей кассеты в приемную. При такой зарядке исключается обратная перемотка экспонированной фотопленки в подающую кассету. Кассета рассчитана на 12 кадров размером  $24 \times 36$  мм, или на 16 кадров  $24 \times 24$  мм, или на 24 кадра  $18 \times 24$  мм.

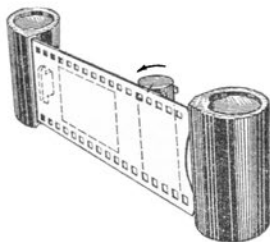


Рис. 12  
Кассета типа «Рапид»

Кассета «Кодапак» представляет собой неразъемное пластмассовое устройство, имеющее подающую и приемную кассеты, связанные перемычкой с кадровым окном  $28 \times 28$  мм. Кассета может быть заряжена фотопленкой на 12—20 кадров. Вдоль фотопленки проложен бумажный ракорд с напечатанными номерами кадров. После экспонирования каждого кадра механизм в камере проталкивает фотопленку в приемную кассету. Полностью использованную фотопленку вынимают из приемной кассеты, разрушая при этом все устройство.

Кассеты типа «Кодапак» обеспечивают автоматическую установку экспозиции в фотоаппарате. Автоматизация основана на том, что конфигурация вырезов или выступов в кассете зависит от величины светочувствительности фотопленки. При зарядке фотоаппарата вырез или выступ кассеты включает соответствующий датчик в системе автоматической установки экспозиции.

Для роликовой фотопленки удобны приставные кассеты (рис. 13). Они позволяют быстро и без исполь-

зования всей фотопленки перезарядить фотоаппарат (например, черно-белую фотопленку заменить цветной и т. д.).

Фотопластинки заряжают в металлические или деревянные кассеты (рис. 14), которые рассчитаны на одну или две фотопластинки. В эти же кассеты можно заряжать и плоские фотопленки.

По формату кадра фотоаппараты делятся на мелко-, мало-, средне- и крупноформатные:

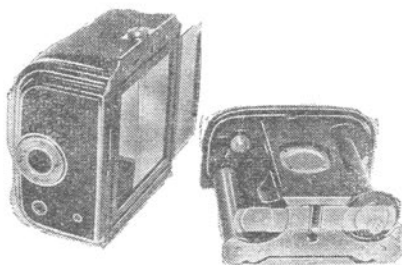


Рис. 13  
Кассета для широкой роликовой фотопленки

Мелкоформатные (миниатюрные) фотоаппараты рассчитаны на 16-мм фотопленку с форматом кадра  $8 \times 11$ ;  $10 \times 14$ ;  $12 \times 17$ ;  $14 \times 21$  мм;

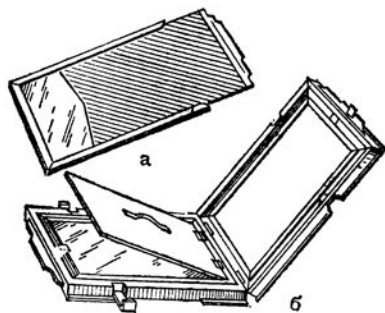


Рис. 14  
Кассеты для фотопластинок и плоских фотопленок: а — металлическая, б — деревянная

малоформатные фотоаппараты предназначены для обычной перфорированной фотопленки с форматом кадра  $18 \times 24$ ;  $24 \times 24$ ;  $28 \times 28$  и  $24 \times 36$  мм;

среднеформатные фотоаппараты рассчитаны на использование 40-, 60- или 70-мм фотопленки с форматом кадра  $4 \times 4$ ;  $4 \times 6,5$ ;  $4,5 \times 6$ ;  $6 \times 6$ ;  $6 \times 9$  см и др.

крупноформатные фотоаппараты предназначены для фотоматериалов шире 9 см с форматом кадра  $9 \times 12$ ;  $13 \times 18$ ;  $18 \times 24$  см и т. д.

Кроме того, существует группа специальных фотоаппаратов, например: панорамные, стереоскопические и др.

**Затвор** — механизм, дозирующий время, в течение которого свет, прошедший через объектив, освещает фотоматериал. Это время называют выдержкой. Для затворов установлен ряд выдержек в секундах: 1;  $\frac{1}{2}$ ;  $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{8}$ ;  $\frac{1}{15}$ ;  $\frac{1}{30}$ ;  $\frac{1}{60}$ ;  $\frac{1}{125}$ ;  $\frac{1}{250}$ ;  $\frac{1}{500}$ ;  $\frac{1}{1000}$ ;  $\frac{1}{2000}$  и «В». Этот ряд выдержек строго пропорциональный, облегчает переход от одного сочетания выдержка — диафрагма к другому при установке экспозиции. Отношение соседних значений выдержек по шкале равно 2.

Некоторые затворы имеют специальные устройства, например: суммирующий механизм, который объединяет значения выдержки и диафрагмы для автоматической установки экспозиции; синхронизирующий механизм, включающий осветительную лампу одновременно с работой затвора; самоспускающий механизм автоспуска, экспонирующий через 10—15 сек после нажатия на спусковую кнопку затвора.

Затвор, расположенный внутри объектива или около него, называется центральным, так как лепестки, закрывающие доступ света к фотоматериалу, раскрываются от центра действующего отверстия объектива к его краям. При такой работе затвора все поле кадра в момент экспонирования освещается целиком.

Современный центральный затвор — очень сложный механизм, состоящий из 100—200 деталей (рис. 15).

Важнейшая часть затвора — лепестки, которые имеют сложную форму. Количество лепестков может быть два, три и пять. У большинства затворов лепестки помещены между передним и задним компонентами объектива как можно ближе к его диафрагме. Механизм, управляющий лепестками, обеспечивает работу затвора и при пониженной температуре воздуха. Величина выдержки регулируется по шкале на диске, находящемся в верхней части затвора, специальным кольцом, охватывающим весь корпус затвора, или другим устройством.

Шкала выдержек имеет ряд выгравированных цифр и букв, обозначающих знаменатели дробного числа в виде

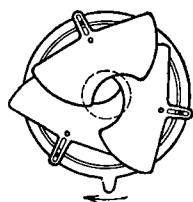


Рис. 15  
Схема центрального затвора

целых чисел: вместо  $1\frac{1}{30}$  сек — цифра «30»; вместо  $1\frac{1}{250}$  сек — цифра «250» и т. д. При совмещении указателя выдержек с буквой «В» отверстие затвора будет открыто столько времени, сколько продолжается нажатие спускового рычага. Этим регулятором пользуются в тех случаях, когда выдержка превышает 1 сек. Для большинства центральных затворов необходимо первоначально совместить кольцо-регулятор с цифрой или буквой на шкале выдержек, затем, нажимая до отказа заводной рычаг, завести затвор и только после этого нажать на спусковой рычаг, открывающий и закрывающий светозащитные лепестки.

В центральных затворах широко применяется полуавтоматическое и автоматическое регулирование экспозиции (стр. 49). В этой связи появились новые конструкции затворов. К ним следует отнести затвор-диафрагму и электронный затвор.

В затворе-диафрагме лепестки затвора выполняют и функцию диафрагмы объектива. Во время экспонирования лепестки раздвигаются на время выдержки в зависимости от яркости объекта съемки. При малой яркости объекта экспонирование происходит при полностью открытом объективе — лепестки затвора раздвигаются до конца. При большой яркости объектив задиафрагмирован, так как лепестки затвора раздвигаются только на величину диафрагмы, необходимой для данной выдержки.

Электронный затвор представляет собой конструкцию, в которой открывание и закрывание лепестков регулируется электронным устройством. Электронные системы позволяют осуществлять очень длинные выдержки, невозможные для механических регуляторов, применяемых в обычных затворах.

Центральные затворы широко распространены, так как имеют ряд положительных свойств: исключают геометрические искажения при съемке быстро движущихся объектов; дают возможность использовать лампы-вспышки при любой выдержке затвора; имеют малую чувствительность механизма к изменению температуры воздуха и др.

Однако центральные затворы не лишены и недостатков. Например, они затрудняют применение сменных объективов. При пользовании сменными объективами центральный затвор должен быть установлен либо в каждом из сменных объективов, либо между компонентами объектива, из которых задний компонент вместе с затвором постоянно укреплен в камере фотоаппарата, либо сменные объективы уста-

навливают перед затвором, постоянно помещенным в камере фотоаппарата.

Применение каждого сменного объектива со своим затвором не только сильно удорожает объектив, но и усложняет его замену в фотоаппарате, так как в этом случае фотоматериал, находящийся в камере, необходимо закрывать от действия света.

Установка затвора между сменными компонентами объектива очень усложняет расчет его оптической системы и технологию изготовления, что также значительно повышает стоимость объектива.

Наибольшее распространение нашел третий способ, при котором затвор постоянно установлен в камере фотоаппарата, а сменные объективы укрепляются впереди затвора. Для таких затворов необходимы специальные объективы. При расположении объективов впереди затвора имеет место *виньетирование* — частичное затемнение пучка лучей, поступающего в объектив. Виньетирование возникает вследствие ограничения пучка лучей оправой затвора. Постепенное падение освещенности может доходить до 60—70% от центра кадра к его краям.

Затвор, установленный внутри камеры вблизи фотоматериала, называют *шторным*. В таком затворе (рис. 16) шторка из шелковой прорезиненной ткани с щелеобразным отверстием намотана на два валика, у одного из которых имеется пружина, определяющая натяжение шторки. В момент срабатывания шторка с щелью движется перед фотоматериалом и пропускает свет через щель к светочувствительному слою. Продолжительность выдержки определяется шириной щели шторки и скоростью ее продвижения. Размер щели в шторке и натяжение пружины могут регулироваться. Чем уже щель и сильнее натяжение пружины, тем короче будет выдержка, так как при быстром движении узкой щели шторки каждая точка фотоматериала освещается очень короткое время. При широкой щели в шторке и слабом натяжении пружины фотоматериал длительно освещается. Меняя ширину щели и натяжение пружины, получают выдержки различной продолжительности.

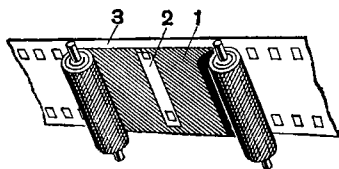


Рис. 16  
Схема шторного затвора: 1 — шторка, 2 — щель, 3 — фотопленка

Регуляторы ширины щели шторки и натяжения пружины выводятся на внешнюю стенку камеры. Эти регуляторы могут быть различной конструкции. Затвор взводится одновременно с перемоткой фотопленки внутри камеры. Движение щели шторки перед фотоматериалом, т. е. осуществление выдержки, происходит после того, как нажат спусковой рычаг. При необходимости съемки с выдержкой свыше 1 сек вращающуюся головку затвора устанавливают так, что стрелка указывает на букву «В». При такой установке регулятора выдержек продолжительность выдержки определяется отрезком времени, в течение которого нажат и держится в данном положении спусковой рычаг.

В некоторых фотоаппаратах шторки затвора изготавливаются из тонкой металлической ленты. Такие шторки не могут быть прожжены солнечным лучом, мало чувствительны к колебаниям температуры воздуха и прочны. Металлические шторки могут быть жесткими, гибкими и складными. Они перемещаются в затворе горизонтально, сверху вниз или надвигаются одна на другую в виде веера.

Шторные затворы удобны и широко применяются, так как они позволяют при одном и том же затворе, установленном постоянно, пользоваться сменными объективами.

К недостаткам затворов этого типа относится то, что при съемке быстро движущихся объектов изображение на фотоматериале может оказаться искаженным. Изображение объекта на фотоматериале создается не одновременно на всем поле кадра, а последовательно, по мере движения щели шторки перед фотоматериалом во время экспонирования (например, колеса автомобиля вместо круглых получаются овальными). Искажение изображения будет тем заметнее, чем меньше ширина щели шторки и чем больше скорость ее движения. Если шторка изготовлена из прорезиненной ткани, она на морозе теряет эластичность, снижается скорость ее движения, и меняется величина выдержки; при низкой температуре затвор может не работать.

Наиболее существенный недостаток шторных затворов в том, что они не всегда позволяют применять при съемке импульсные лампы-вспышки (стр. 19).

**Транспортирующий механизм** — устройство для передвижения фотопленки внутри камеры.

Перемотка перфорированной фотопленки осуществляется механизмом, имеющим зубчатый барабан. Головка этого механизма или специальный рычаг выведены наружу камеры. Вращая головку или поворачивая рычаг до упора,

фотопленку перемещают на один кадр. У большинства фотоаппаратов перемотка фотопленки, взвод затвора и счетчик кадров заблокированы между собой. Это ускоряет подготовку фотоаппарата к съемке и полностью исключает возможность повторной съемки на один и тот же участок фотопленки.

Широко применяются п р у ж и н н ы е п р и в о д ы, обеспечивающие перемотку нескольких кадров или всей фотопленки от одного завода пружины. Пружинный привод немедленно после съемки перематывает фотопленку на один кадр и одновременно взводит затвор. Такое устройство весьма удобно при фотографировании спортивных и других подобных сюжетов.

Известны фотоаппараты со встроенным электродвигателем, который питается от миниатюрной батареи или аккумулятора. При нажатии на спусковой рычаг фотоаппарата после срабатывания затвора происходит включение электродвигателя, который перематывает фотопленку, взводит затвор и выполняет другие вспомогательные операции, необходимые для съемки следующего кадра.

Перемотка неперфорированной фотопленки осуществляется фрикционным устройством, соединенным с приемной катушкой, помещенной внутри камеры. Вращая головку этого устройства или специальный рычаг, перемещают фотопленку. В фотоаппаратах, в которых перемотка неперфорированной фотопленки связана со взводом затвора, исключена возможность повторной съемки на один и тот же участок фотопленки. В более простых фотоаппаратах перемотка неперфорированной фотопленки происходит до тех пор, пока в окне задней стенки камеры не появится специальный знак, указывающий положение кадра и его номер.

**Видоискатель** — устройство, предназначенное для определения границ объекта съемки, изображение которого должно быть получено на фотоматериале определенным объективом в пределах формата кадра.

**Дальномер** — устройство для наводки объектива на резкое изображение.

Эти два устройства во многих фотоаппаратах объединены.

Видоискатель может быть встроенным в камеру фотоаппарата или приставным. По конструкции и принципу действия видоискатели делятся на рамочные, зеркальные надкамерные, зеркальные внутрикамерные, телескопические и др.

Рамочные видоискатели состоят из двух рамок различных размеров, укрепленных на камере фотоаппарата. Они позволяют видеть объект съемки в пределах углового поля объектива, установленного в фотоаппарате (рис. 17). Такие видоискатели применяют лишь в качестве

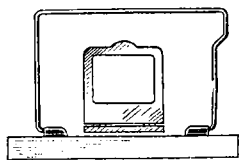


Рис. 17  
Рамочный видоискатель

вспомогательных, так как в них сложно видеть одновременно с достаточной четкостью объект съемки и рамку.

Зеркальные надкамерные видоискатели расположены над камерой фотоаппарата и построены по оптической схеме, в которой объектив видоискателя создает изображение объекта съемки в зеркале, отражающем это изображение на линзу, имеющую в центре матовый кружок, а над линзой помещена лупа, способствующая лучшему рассмотрению изображения (рис. 18). Изображение получается зеркальным по отношению к объекту съемки, т. е. его детали справа оказываются в видо-

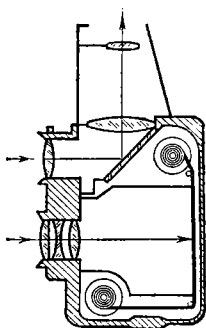


Рис. 18  
Зеркальный надкамерный видоискатель

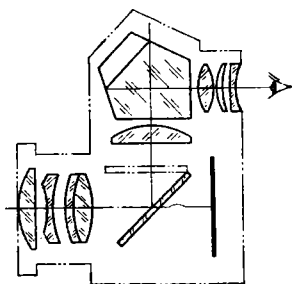


Рис. 19  
Зеркальный внутрикамерный видоискатель

искателе слева, и наоборот. С таким видоискателем зеркальное изображение может привести к ошибочному определению направления движения объекта съемки. Кроме того, изображение в видоискателе смещено по отношению к изображению, получаемому на фотоматериале, так как зеркальный видоискатель расположен над камерой, в которой находится фотоматериал. Это смещение, называемое

параллаксом, особенно заметно сказывается при съемке близко расположенных объектов.

Зеркальные внутрикамерные видоискатели находятся внутри камеры и построены по оптической схеме, в которой один и тот же объектив используется для видоискателя и съемки. При установке границ объекта съемки объектив проецирует изображение на откидывающееся зеркало, которое в свою очередь проецирует изображение через систему линз и призму к глазу наблюдателя (рис. 19). Видимое изображение получается правильным по отношению к объекту съемки и без параллакса.

Телескопические видоискатели расположены над камерой и построены по оптической схеме, в которой передняя линза служит объективом видоискателя, а задняя линза — окуляром (рис. 20). Во многих фотоаппаратах задняя линза сделана подвижной, позволяющей регулировать ее по глазу наблюдателя.

Зеркально-телескопические видоискатели расположены и построены так же, как простые телескопические, но отличаются тем, что у них на задней стороне передней линзы нанесен полупрозрачный зеркальный слой, отражающий лучи, идущие от рамок, выгравированных на пластинке и заполненных белой краской. Благодаря этому одним и тем же видоискателем можно пользоваться для определения границ объекта съемки при фотографировании объективами с разным фокусным расстоянием (рис. 21).

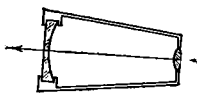


Рис. 20  
Телескопический видоискатель



Рис. 21  
Зеркально - телескопический видоискатель

Универсальные видоискатели устанавливаются в специальное гнездо с пазами, расположенное на верхней крышке камеры, и служат для определения границ объекта съемки при работе со сменными объективами. По своей оптической схеме универсальные видоискатели относятся к телескопическим системам с призмным оборачивающим блоком, который установлен между оку-

ляром и кадровой рамкой. В револьверной головке видоискателя укреплено пять объективов, имеющих такие же угловые поля, как и в сменных объективах с фокусными расстояниями 28, 35, 50, 85 и 135 мм (рис. 22). Для определения величины поправки на параллакс на боковой стенке револьверной головки видоискателя сделана метка.

Сменные видоискатели устанавливаются в гнездо с пазами, расположенное на верхней крышке камеры; они служат для определения границ объекта съемки, фотографируемого только одним из сменных объективов, имеющих фокусное расстояние, например, 35 или 85 мм. Каждый из сменных видоискателей устанавливается в фото-

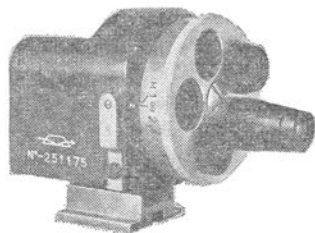


Рис. 22  
Универсальный видоискатель

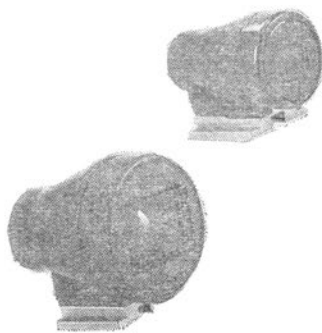


Рис. 23  
Сменные видоискатели

аппарате при использовании соответствующего объектива (рис. 23). Сменные видоискатели построены по оптической схеме, примененной в простых телескопических видоискателях.

Чтобы исключить ошибки из-за параллакса, некоторые видоискатели имеют параллактические отметки, показывающие, куда и насколько сдвигается поле зрения, если объект съемки расположен близко к фотоаппарату. Есть и другие устройства для устранения параллакса в фотоаппарате.

Большинство видоискателей снабжено диоптрийным устройством — линзой на окуляре видоискателя. Диоптрийное устройство позволяет компенсировать недостатки зрения в пределах  $\pm 5$  диоптрий.

Совмещение оптического изображения, создаваемого объективом, с плоскостью фотоматериала, помещенного

внутри камеры, называется наводкой объектива на резкость.

Наводка объектива на резкость осуществляется несколькими способами:

по шкале расстояний — определение расстояния до объекта съемки и установка объектива на показатель шкалы, нанесенной на оправе объектива (рис. 24);

по символам — установка объектива на расстояние, отмеченное на специальной клавише или оправе объектива с определенным символом — изображением портрета, пейзажа и др. Это расстояние фиксировано для каждой определенной группы объектов съемки (рис. 25);

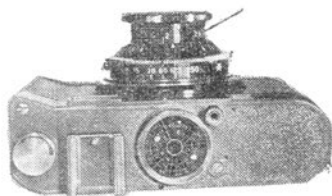


Рис. 24  
Шкала расстояний

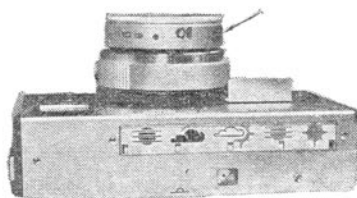


Рис. 25  
Шкала символов

по изображению на матовом стекле — визуальная оценка резкости изображения, рассматриваемого на матовом стекле. Изображение можно получить прямой проекцией его на матовое стекло или матовую поверхность линзы с помощью оптической системы, включающей зеркало. Например, в двухобъективном фотоаппарате (рис. 26) объектив видоискателя, жестко связанный со съемочным объективом, используется и для установки съемочного объектива на резкость. В однообъективном зеркальном фотоаппарате (рис. 27) перемещением объектива вдоль его оптической оси находят положение, при котором изображение кажется наиболее резким. Точность наводки объектива по изображению на матовом стекле зависит от остроты зрения фотографа, яркости изображения на матовом стекле, качества матированной поверхности и масштаба изображения.

Чтобы повысить яркость изображения на матовом стекле, наводку объектива на резкость часто ведут при полном открытии диафрагмы объектива и фотографируют при такой диафрагме, которая обеспечивает необходимую

глубину резко изображаемого пространства. В этом случае очень удобны объективы с прыгающей диафрагмой, устанавливаемой при съемке до упора.

Для повышения точности установки объектива на резкость по изображению на матовом стекле в однообъективных зеркальных фотоаппаратах стали применять фокусировочные клинья, представляющие собой два

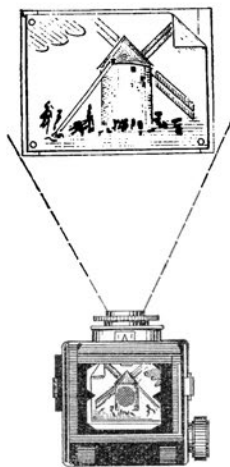


Рис. 26  
Наводка на резкость по изображению в двухобъективном фотоаппарате

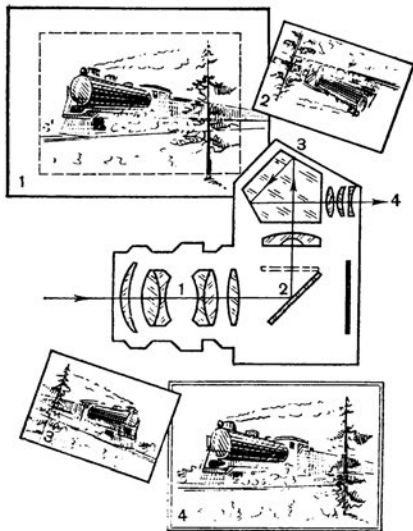


Рис. 27  
Наводка на резкость по изображению в однообъективном фотоаппарате: 1 — изображение объекта съемки в объективе, 2 — изображение в зеркале, 3 — изображение в пентапризме, 4 — изображение в окуляре

небольших стеклянных клина, помещенных в круглое углубление, в центре матированной поверхности зеркального видоискателя (рис. 28). При неточной установке объектива на резкость части изображения смещаются в разные стороны вдоль линии раздела.

В современных однообъективных зеркальных фотоаппаратах наводка объектива на резкость осуществляется микрорастром (рис. 29), представляющим собой набор специальных призмочек. При неточной наводке объектива в видоискателе возникают два размытых изображения объекта, и наоборот, — при точной наводке объектива

двоение изображения исчезает и становится четким. Микро-растр помещают в центре поля видоискателя, он позволяет повысить точность наводки объектива на резкость и исключить матовое стекло, снижающее яркость изображения. Вокруг микрорастра обычно расположено матовое кольцо, необходимое для оценки глубины резко изображаемого пространства.

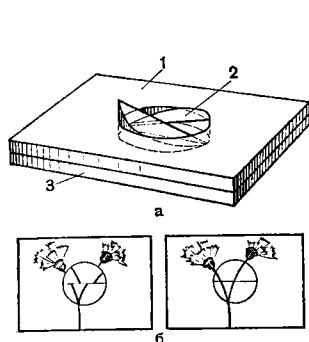


Рис. 28  
Устройство с фокусирующими клиньями: а — схема: 1 — матовая поверхность, 2 — фокусирующие клинья, 3 — линза Френеля; б — действие клиньев

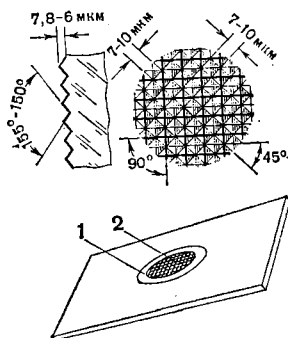


Рис. 29  
Устройство для наводки на резкость с микрорастром: 1 — матовая поверхность, 2 — микрорастр

По дальномеру установка объектива на резкость осуществляется с помощью дальномерного устройства, связанного с перемещением объектива, в зависимости от расстояния до объекта съемки. Дальномерные устройства могут быть различными по конструкции. Например, одно из них построено по следующей схеме (рис. 30): рассматривая объект съемки через полупрозрачную пластинку, наблюдатель видит одновременно два изображения: одно — непосредственно через полупрозрачную пластинку, другое — после отражения от призмы и пластинки. Поворачивая призму вокруг оси специальным устройством, выведенным наружу

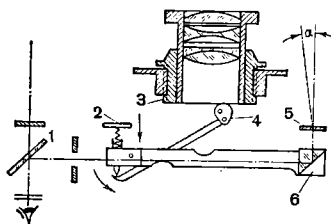


Рис. 30  
Дальномер для наводки на резкость объектива: 1 — полупрозрачная пластинка, 2 — пружина, 3 — объектив, 4 — рычаг, соприкасающийся с оправой объектива, 5 — оптический клин, 6 — призма

и связанным с перемещением объектива, можно добиться такого положения, при котором оба изображения объекта съемки совпадут (рис. 31). В этом случае объектив окажется точно наведенным на резкость изображения. Объект наблюдается в дальномере сквозь два его окна, расположенные на передней стенке. Чем больше расстояние между входными окнами, тем точнее работает дальномер. Расстояние между центрами этих окон называют базой дальномера, а сам дальномер — внутрибазным.

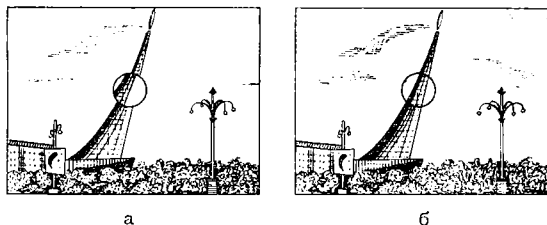


Рис. 31  
Изображение в дальномере: а — перезкое. б — резкое

Большинство современных фотоаппаратов имеют внутрибазный дальномер, совмещенный с видоискателем, что очень удобно для работы, так как позволяет одновременно наводить объектив на резкость и устанавливать границы объекта съемки. Точность дальномера повышается благодаря телескопическому видоискателю, увеличивающему изображение. Однако внутрибазными дальномерами можно успешно пользоваться при объективах с фокусным расстоянием не более 135 мм и с относительным отверстием не выше 1:1,5—1:2. Объясняется это недостаточной точностью измерения расстояния дальномером для длиннофокусных и светосильных объективов, дающих малую глубину резко изображаемого пространства.

При сопоставлении способов определения границ объекта съемки и наводки объектива на резкость трудно ответить, какой из способов лучший. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Например, внутрибазный дальномер, совмещенный с видоискателем, удобен тем, что позволяет быстро определять границы объекта съемки, видеть объект съемки в момент экспонирования, наводить объектив на резкость независимо от установленной диафрагмы и при слабом освещении, применять очень короткофокусные сменные объективы.

К недостаткам внутрибазного дальномера, совмещенного с видоискателем, следует отнести: наличие параллакса, неточное определение границ объекта съемки, невозможность визуально оценивать глубину резко изображаемого пространства, ограниченность набора сменных объективов и невозможность пользования объективом с переменным фокусным расстоянием, сложность работы при микро-, макро- и репродукционных съемках.

Способ наводки объектива на резкость по внутрикамерному зеркалу удобен тем, что отсутствует параллакс и можно пользоваться большим набором объективов, в том числе и объективами с переменным фокусным расстоянием; визуально оценивать глубину резко изображаемого пространства, действие светофильтров и других оптических насадок на объектив; точно устанавливать границы объекта съемки; качественно производить микро-, макро- и репродукционную съемку.

К недостаткам этого способа можно отнести необходимость наводить объектив на резкость при открытой диафрагме, а съемка при другой диафрагме вызывает появление нажимных, прыгающих и других видов диафрагм; пониженная точность наводки объектива на резкость, особенно при слабом освещении объекта; сложность применения очень короткофокусных объективов; перерыв в наблюдении за объектом в момент съемки. Для устранения последнего недостатка в некоторых фотоаппаратах применяют моргающее зеркало, которое затемняет поле зрения видоискателя примерно на  $\frac{1}{10}$  сек (только на время срабатывания затвора).

**Экспонометр** — измерительное устройство для определения экспозиции во время съемки.

Важнейшими частями экспонометра являются: фотэлемент — фотоэлектрический приемник излучения и гальванометр — прибор для измерения силы электрического тока. Фотоэлемент может быть селеновым или сернистокадмиевым.

В селеновом фотоэлементе под действием света возникает постоянный электрический ток. Сила его почти пропорциональна освещенности поверхности фотоэлемента.

В сернистокадмиевом фотоэлементе, называемом фоторезистором или фотосопротивлением, под действием света происходит снижение электрического сопротивления по

мере увеличения освещенности на его поверхности. Сернистокадмиевые фотоэлементы работают только при подаче к ним напряжения от миниатюрной батареи.

Перед фотоэлементом установлен ограничитель, пропускающий свет в пределах углового поля объектива фотоаппарата.

Ограничитель для селенового фотоэлемента в большинстве случаев выполнен в виде линзы с ячейками и решетки, расположенной за этой линзой. В связи с тем, что сернистокадмиевый фотоэлемент в 5—10 раз чувствительнее селенового фотоэлемента, площадь сернистокадмиевого фотоэлемента много меньше селенового, соответственно уменьшен и ограничитель, который делают в виде простой линзы с угловым полем изображения, равным объективу фотоаппарата.

Гальванометр имеет логарифмическую зависимость между измеряемой яркостью объекта и углом поворота стрелки.

Фотоэлемент экспонометра может быть расположен в передней стенке камеры над объективом, сбоку объектива, вокруг объектива (рис. 32).

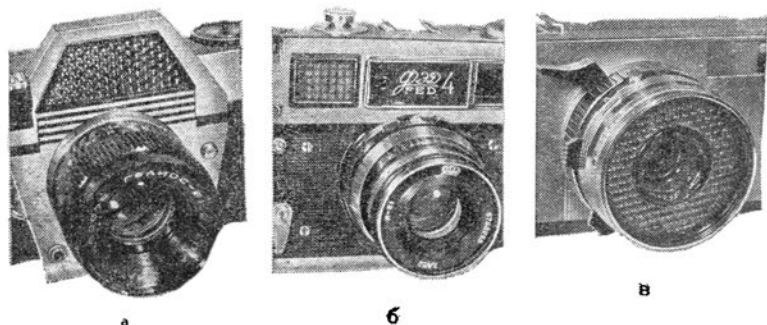


Рис. 32  
Экспонометры в фотоаппарате: а — над объективом, б — сбоку объектива, в — вокруг объектива

Расположение сернистокадмиевого фотоэлемента позади объектива в однообъективных зеркальных фотоаппаратах считается наилучшим. В этом случае фотоэлемент учитывает все факторы, участвующие в создании оптического изображения: светопропускание объектива, уменьшение его светосилы при съемке на близком расстоянии, кратность светофильтра и других насадок на объектив и т. д.

Фотоаппараты, имеющие встроенный экспонометр, могут быть неавтоматическими, полуавтоматическими и автоматическими.

В неавтоматическом фотоаппарате экспонометр встроен, но не соединен с затвором и объективом. При такой конструкции экспонометром сначала измеряют яркость объекта съемки, а затем по калькулятору определяют значение диафрагмы объектива и величину выдержки затвора, которые обеспечивают правильную экспозицию для фотоматериала. Далее, в зависимости от характера сюжета съемки, подбирают диафрагму или выдержку и рукой устанавливают их на шкалах объектива и затвора.

В полуавтоматическом фотоаппарате экспонометр встроен и соединен с диафрагмой объектива и с затвором механическим или электрическим устройством. Экспонометр направляют на объект съемки и, наблюдая в окно видоискателя, поворотом установочных колец выдержки и диафрагмы совмещают стрелку гальванометра, видимую в поле зрения видоискателя, с каким-либо индексом, постоянно помещенным в видоискателе. При совмещении стрелки гальванометра с индексом устанавливают по отдельности диафрагму объектива и выдержку на затворе, учитывая характер сюжета съемки.

В автоматическом фотоаппарате экспонометр встроен и управляет диафрагмой объектива и затвором. В этом случае первоначально устанавливают либо выдержку на затворе, либо диафрагму объектива в зависимости от сюжета съемки. Затем направляют экспонометр на объект съемки и, нажав на спусковой рычаг, производят экспонирование фотоматериала. Во время замера яркости объекта счетно-решающее устройство в экспонометре рассчитывает нужную экспозицию и устанавливает либо диафрагму объектива, либо выдержку на затворе. Обычно в поле зрения видоискателя есть сигналы, которые предупреждают о том, что при данных условиях освещения объекта и при ранее установленной выдержке нельзя получить правильную экспозицию. В этих случаях величину выдержки регулируют до тех пор, пока сигналы в видоискателе не перестанут запрещать съемку.

Чтобы полуавтоматические и автоматические экспонометры правильно определяли экспозицию, их устройства должны учитывать и светочувствительность фотоматериала, заряженного в фотоаппарат. Для этого в фотоаппаратах

применяют различные по конструкции приспособления, задача которых — отрегулировать экспонометрическое устройство на определенную величину светочувствительности фотоматериала.

В целях еще большего упрощения процесса съемки выпускаются фотоаппараты с программным экспонометрическим устройством полуавтоматическим или автоматическим.

В фотоаппаратах с полуавтоматическим программным устройством перед съемкой выполняют предварительно лишь одну операцию — поворачивают рукой установочное кольцо до тех пор, пока стрелка гальванометра не совместится с индексом в поле зрения видоискателя.

В фотоаппаратах с автоматическим программным устройством предварительных операций нет. При нажатии на спусковой рычаг затвора нужная экспозиция устанавливается автоматически.

Программное экспонометрическое устройство основано на сочетании выдержка — диафрагма, при котором каждому значению выдержки соответствует определенное значение диафрагмы объектива. В зависимости от яркости объекта, экспонометрическое устройство отработывает какое-либо одно сочетание выдержка — диафрагма. Поле зрения видоискателя имеет два сектора, например зеленый и красный; зеленый — разрешающий съемку, красный — запрещающий съемку. В тех случаях, когда условия съемки не отвечают требованиям установленного в приборе набора сочетаний, стрелка гальванометра оказывается вне сектора, разрешающего съемку.

Однопрограммные экспонометрические устройства очень удобны, так как значительно упрощают процесс съемки. Однако они ограничивают возможности съемки, когда различные по сюжету объекты нужно фотографировать при разных сочетаниях выдержка — диафрагма, например: портретная съемка — при наиболее открытой диафрагме объектива и короткой выдержке; ландшафтная съемка — при задиафрагмированном объективе и продолжительной выдержке.

Для устранения этого недостатка однопрограммных экспонометрических устройств созданы фотоаппараты, в которых применены многопрограммные экспонометрические устройства. Они значительно расширяют возможности съемки, так как рассчитаны

Экспозици- онное число	Шкала символов программ, устанавливаемых в фотоаппарате				
	30	60	125	250	500
	Сочетание выдержка — диафрагма				
8	30—2,8	30—2,8	30—2,8	30—2,8	30—2,8
9	30—4	60—2,8	60—2,8	60—2,8	60—2,8
10	30—5,6	60—4	125—2,8	125—2,8	125—2,8
11	30—8	60—5,6	125—4	250—2,8	250—2,8
12	30—11	60—8	125—5,6	250—4	500—2,8
13	30—16	60—11	125—8	250—5,6	500—4
14	60—16	60—16	125—11	250—8	500—5,6
15	125—16	125—16	125—16	250—11	500—8
16	250—16	250—16	250—16	250—16	500—11
17	500—16	500—16	500—16	500—16	500—16

на несколько различных сочетаний выдержка — диафрагма, которые могут быть установлены в зависимости от сюжета объекта съемки.

В пятипрограммном фотоаппарате возможны автоматически устанавливаемые сочетания выдержка — диафрагма, приведенные в табл. 9.

В первой графе таблицы помещены экспозиционные числа, которыми можно оценить яркость объектов съемки и величину светочувствительности фотоматериала. Цифры 30, 60, 125 и т. д. — знаменатели выдержек  $\frac{1}{30}$ ,  $\frac{1}{60}$ ,  $\frac{1}{125}$  сек.

Каждая из программ подбирает правильную экспозицию первоначально путем укорачивания выдержки до величины, установленной на шкале фотоаппарата, а затем диафрагмированием объектива. Например, при установке на шкале затвора выдержки «125» экспонометрическое устройство будет выбирать оптимальную экспозицию из десяти возможных, предусмотренных третьей программой. Если яркость объекта и светочувствительность фотоматериала оцениваются экспозиционным числом «10», то съемка происходит при выдержке  $\frac{1}{125}$  сек и диафрагме объектива 2,8; если же экспозиционное число окажется равным «9», то съемка произойдет при выдержке  $\frac{1}{60}$  сек, ближайшей к установленной на шкале затвора.

Многoproграммные экспонометрические устройства позволяют определять выдержки и диафрагмы объектива в зависимости от сюжета объекта съемки и желаемого характера изображения.

Когда экспонометрическое устройство для фотоматериала, заряженного в фотоаппарат, не может подобрать экспозицию из предусмотренных программами (вследствие очень малой яркости объекта или чрезмерно большой), в поле зрения видоискателя появляется предупреждающий знак или блокируется спусковой рычаг затвора.

Экспонометрическое устройство в фотоаппарате может быть отключено, если по каким-либо соображениям предполагается вести съемку при экспозиции, не укладывающейся в нормальные, предусмотренные программами.

### Типы фотоаппаратов

Наша промышленность выпускает фотоаппараты различных конструкций — от весьма простых и дешевых, рассчитанных на школьников, до очень сложных и дорогих, предназначенных для высококвалифицированных фотографов.

Конструкции фотоаппаратов непрерывно совершенствуются в сторону максимальной автоматизации операций по подготовке к съемке и упрощению самого процесса съемки. Эти стремления объясняются желанием освободить фотографа от выполнения трудоемких технических функций, расширить области применения фотографии, повысить оперативность и дать возможность фотографу больше уделять внимания сюжету, композиции, освещению и другим проблемам, связанным с решением творческих задач. Одновременно автоматизация и упрощение съемки способствуют привлечению новых масс фотолюбителей.

Фотоаппараты классифицируются как по формату кадра, так и по способу наводки объектива на резкость. Фотоаппараты делятся на шкальные, дальномерные, зеркальные однообъективные, зеркальные двухобъективные, панорамные и др.

**Шкальные фотоаппараты** («Смена», «Чайка», «Микрон», «Силуэт» и др.) имеют короткофокусные объективы, которые дают возможность достаточно точно наводить на резкость не только по шкале расстояний, но и по символам (рис. 33).

Фотоаппараты «Чайка», «Микрон» и некоторые другие рассчитаны на формат кадра  $18 \times 24$  мм и позволяют получить на стандартной зарядке фотопленки 72 снимка. В фотоаппаратах «Смена», «Силуэт» и им подобных на стандартной зарядке фотопленки можно получить 36 снимков форматом кадра  $24 \times 36$  мм (рис. 33). Эти фотоаппараты просты по конструкции и дешевы, имеют обтекаемую форму, малые

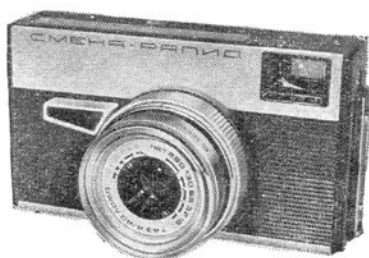
габариты и небольшую массу. Их можно носить в кармане.

Шкальные фотоаппараты предназначены для широкого круга фотолюбителей, в том числе и для начинающих.

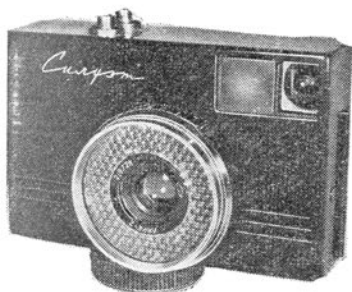
**Зеркальные однообъективные фотоаппараты** — наиболее современные и широко распространенные. К ним относятся



а



б



в



г

Рис. 33

Шкальные фотоаппараты: а — «Смена 8», б — «Смена-Рapid», в — «Силур», г — «Чайка-II»

многочисленные модели «Зенит», некоторые модели «Киев», «Салют» и другие (рис. 34). Эти фотоаппараты пригодны почти для всех видов съемки: микро-, макросъемки и т.д. Их универсальность объясняется тем, что они позволяют пользоваться большим набором сменных объективов, точно устанавливать кадр, определять границы объекта съемки и наводить на резкость непосредственно через съемочный объектив.

Существуют зеркальные однообъективные фотоаппараты с разным форматом кадра, например «Зенит» и «Киев», рассчитанные на 35-мм фотопленку; они имеют формат кадра  $24 \times 36$  мм; «Киев 6-С» и «Салют», предназначенные для 6-см фотопленки, рассчитаны на формат  $6 \times 6$  см.

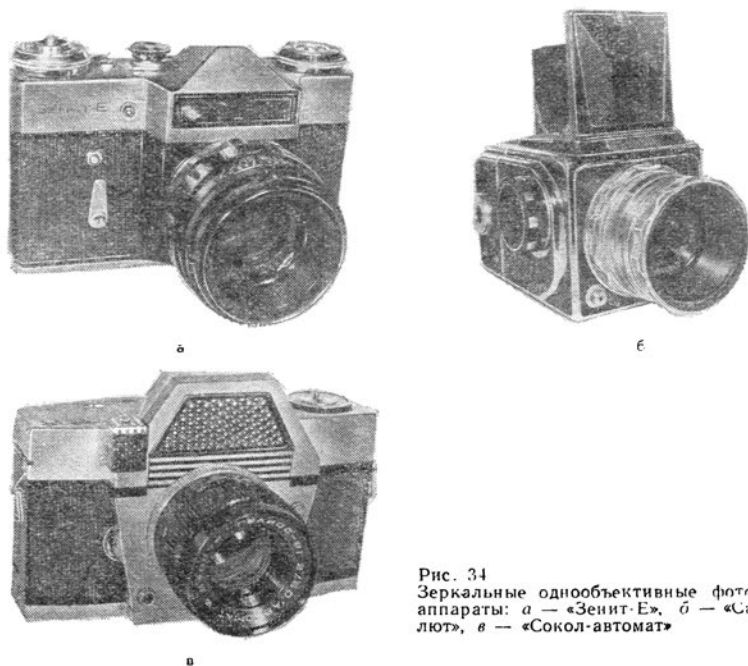


Рис. 34  
Зеркальные однообъективные фотоаппараты: а — «Зенит-Е», б — «Салют», в — «Сокол-автомат»

К зеркальным однообъективным фотоаппаратам относится и фоторужье, представляющее собой фотоаппарат модели «Зенит-Е», укрепленный на специальном ложе с пистолетной ручкой и плечевым упором (рис. 35). В этом фотоаппарате установлен объектив «Таир-ЗФС» с фокусным расстоянием 300 мм, с угловым полем  $8^\circ$  и относительным отверстием  $1 : 4,5$ .

По конструкции зеркальные однообъективные фотоаппараты наиболее сложны. Они имеют зеркала внутри камеры, объектив, меняющий диафрагму в момент съемки, видоискатель с фокусирующими клиньями и пентапризмой, позволяющие получить правильно ориентированное изображение, затвор с очень короткими выдержками и синхронизатором, рассчитанным на одноразовые и многоразовые лампы-вспышки, и пр.

Зеркальные однообъективные фотоаппараты несколько громоздки и имеют высокую цену.

**Зеркальные двухобъективные фотоаппараты** состоят из двух самостоятельных камер, предназначенных для съемочного объектива и для видоискателя. Эти два объектива связаны между собой, что позволяет наводить съемочный объектив на резкость с помощью объектива видоискателя.



Рис. 35  
Фоторужье

Видоискатель, дающий крупное и четко ограниченное изображение, обеспечивает не только оптимальное кадрирование, но и постоянное наблюдение за объектом во время съемки.

В некоторых моделях этих фотоаппаратов для смены объективов переднюю стенку камеры с объективами и затвором заменяют на другую или устанавливают перед обоими объективами специальные оптические насадки.

К зеркальным двухобъективным фотоаппаратам относятся модели «Любитель 2» (рис. 36), стереоскопический фотоаппарат «Спутник» (рис. 37) и др.

Фотоаппарат «Любитель 2» рассчитан на формат кадра  $6 \times 6$  см и позволяет получить на стандартном рулоне фотопленки 12 снимков. Фотоаппарат «Спутник» предназначен для получения стереоскопических изображений, состоящих из двух кадров, одновременно экспонированных двумя одинаковыми объективами, расположенными между их оптическими осями на расстоянии 67 мм. Формат каждого кадра  $6 \times 6$  см. Наводка объективов на резкость осуществляется зеркальным видоискателем, расположенным над съемочной камерой, и специальным третьим объективом, механически связанным со съемочными объективами.

**Дальномерные фотоаппараты** успешно конкурируют с зеркальными однообъективными фотоаппаратами, так как имеют более простую конструкцию, меньшие габариты и

небольшую массу. Эти аппараты можно быстро подготовить к съемке, и они дают возможность непрерывно наблюдать через видонскатель за объектом.



Рис. 36  
Зеркальный двухобъективный фотоаппарат  
«Любитель 2»



Рис. 37  
Зеркальный стереоскопический  
фотоаппарат «Спутник»

К дальномерной группе фотоаппаратов относятся модели «ФЭД», «Зоркий», «Киев», «Сокол» и др. (рис. 38). Почти все эти фотоаппараты имеют синхронизирующее устройство для разного типа ламп-вспышек; многие из моделей снабжены сменными объективами, экспонометрическими устройствами (неавтоматическими, полуавтоматическими, автоматическими и программными). Большинство аппаратов имеют объединенный видонскатель-дальномер, иногда с подсвеченной рамкой. Затвор — центральный или шторный.

Малоформатные фотоаппараты рассчитаны на размер кадра  $24 \times 36$  мм, среднеформатные — на кадр  $6 \times 6$  см.

**Панорамные фотоаппараты** позволяют получить изображение с угловым полем выше  $100^\circ$ , а некоторые модели — до круговой панорамы.

Панорамная съемка осуществляется различными устройствами. Например, в фотоаппарате «Горизонт» (рис. 39) во время съемки объектив вращается по окружности с углом охвата по вертикали  $45^\circ$ , а панорамирования  $120^\circ$ . Фотопленка, заряженная в фотоаппарат и изогнутая по дуге окружности, экспонируется через последовательно поворачивающийся объектив. Определение границ кадра осуществляется видонскателем, расположенным в верхней стенке

камеры. Наводки объектива в этом фотоаппарате нет. Резкости изображения добиваются выбором дистанции от объекта съемки и диафрагмированием объектива. Например, при диафрагме 16 изображение будет резким от 0,9 м до бесконечности.

В более сложных фотоаппаратах для получения круговых панорам объектив поворачивается в пределах полной

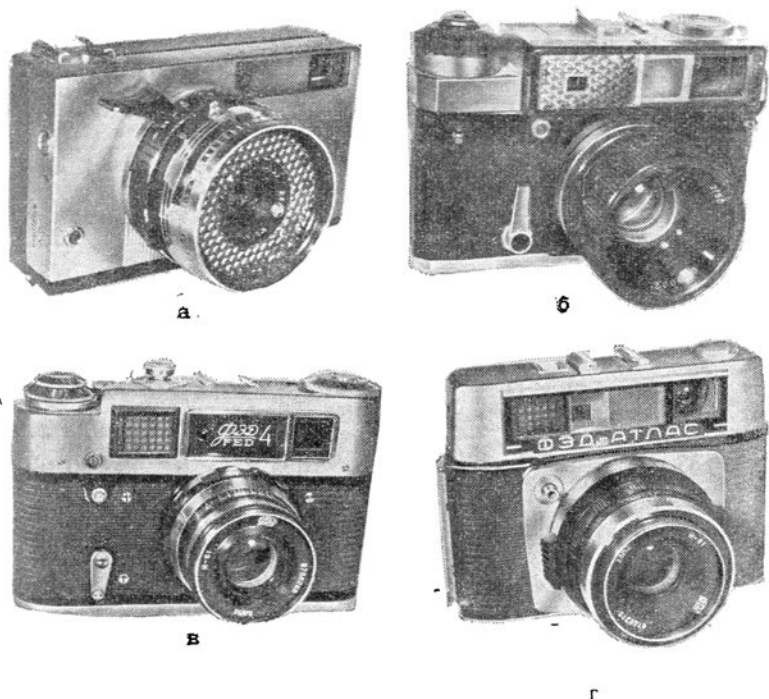


Рис. 38  
Дальномерные фотоаппараты: а — «Зоркий 10», б — «Киев», в — «ФЭД 4», г — «ФЭД-Атлас»

окружности, а экспонирование осуществляется специальной кольцевой выпуклой линзой, расположенной над кольцом фотопленки.

Условно к панорамным фотоаппаратам можно отнести и такие модели, в которых установлены широкоугольные объективы с угловым полем изображения до  $180^\circ$ .

Общий недостаток панорамных фотоаппаратов в том, что они дают искаженные изображения вследствие большого углового поля объектива.

Формат кадра панорамных фотоаппаратов различен и зависит от их конструкции.

**Фотоаппараты с наводкой объектива по изображению на матовом стекле.** К ним относятся крупноформатные фотоаппараты, устанавливаемые на штатив и рассчитанные на использование фотопластинок или плоских фотопленок

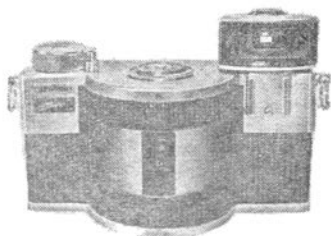


Рис. 39  
Панорамный фотоаппарат «Горизонт»

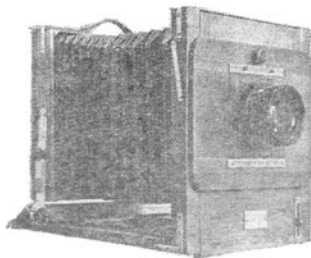


Рис. 40  
Фотоаппарат «ФК»

(рис. 40). Камера «ФК» имеет двойное растяжение меха, что позволяет фотографировать объекты в натуральную величину. Объектив крепится на специальной объективной доске, которую можно перемещать. Перемещение объектива и наклон задней стенки камеры делают этот аппарат очень удобным для различных технических съемок.

Фотопластинки или плоские фотопленки вставляются в двусторонние кассеты. В эти же кассеты с помощью вкладышей можно зарядить пластинки и меньшего формата. Наводка объектива на резкость осуществляется перемещением задней стенки камеры в направлении от объектива. Затвора и других приспособлений фотоаппарат не имеет.

Наряду с простыми фотоаппаратами «ФК» есть более сложные модели — с большим количеством различных приспособлений. Они предназначены для репродукционных и других специальных работ.

**Фотоаппараты ящичного типа** относятся к самым простым и дешевым. Они изготовлены из пластмассы и имеют малосветосильный жестковстроенный объектив. Съемка осуществляется без наводки объектива на резкость с постоянного расстояния, например с 2,5 м. Однако есть фотоаппа-

раты, у которых объектив можно устанавливать на два-три определенных расстояния. Такие фотоаппараты снабжены простейшими видоискателями и затворами с одной и несколькими моментальными выдержками. Формат кадра в этих фотоаппаратах 6×6 см и др., что дает возможность печатать позитивы с негативов контактным способом.

К фотоаппаратам ящичного типа относятся «Школьник», «Этюд» (рис. 41).

Есть фотоаппараты, рассчитанные на получение полностью готового фотографического изображения непосредственно в камере или в специальной приставке. К ним относятся фотоавтоматы, изготовляющие фотографии для документов, репродукции документов и т. д., или фотоаппараты типа «Фотон», в которых используется диффузионный способ обработки изображения (стр. 137).



Рис. 41  
Фотоаппарат «Этюд»

#### Хранение фотоаппаратов

Неблагоприятные условия хранения фотоаппаратов или небрежное обращение с ними могут отрицательно сказаться на механических, оптических и электрических деталях аппаратов. Поэтому фотоаппараты следует хранить в сухом и прохладном помещении без резких колебаний температуры и влажности воздуха, в футляре, который оберегает фотоаппарат от пыли. Затвор, автоспуск и другие устройства с пружинами должны находиться в спущенном положении. В случае внесения фотоаппарата с мороза в теплое помещение не следует сразу открывать футляр, а подождать, пока фотоаппарат согреется. Фотоаппараты необходимо оберегать от резких толчков, ударов и сотрясений; фотоэлемент — от действия света, а растровую линзу — от загрязнения. Не стоит также применять излишние усилия при зарядке, взводе затвора и т. д.

Особое внимание должно быть уделено объективу, так как только идеально чистым объективом можно получить доброкачественное изображение.

Объектив следует очищать от пыли струей воздуха из резиновой груши или мягкой и чистой кисточкой. При за-

потевании объектива нельзя сразу протирать линзы, а следует подождать до полного их высыхания. Для предохранения линз от запотевания в холодную погоду фотоаппарат нужно носить в футляре и под одеждой.

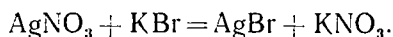
Иногда случаются повреждения поверхностей линз. Причины этих повреждений следующие: тонкая белая пленка на поверхности линз возникает при продолжительном действии на объектив воздуха с разной температурой; маленькие точки с матовым отражением на обычных объективах и более светлые точки на просветленных объективах появляются в результате запотевания поверхностей линз. Эти точки кажутся наслоенными и состоящими из тонких сеточек. Сине-фиолетовое пятно с радужным оттенком на части передней линзы оказывается в том случае, если на объектив очень долго действовал влажный воздух; царапины и матированные участки на линзах появляются, когда на объектив попали песок, пыль или другие твердые тела.

Фотографическое изображение получают путем съемки объекта или печатания изображения на фотопленку, фотобумагу, фотопластинку или другой светочувствительный материал. Фотографическое изображение может быть черно-белым и цветным.

#### СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Светочувствительный фотографический материал имеет сложное строение. Он состоит из желатины, содержащей микрокристаллы галогенидов серебра. Этот слой называется фотографической эмульсией.

Образование микрокристаллов галогенидов серебра происходит в результате реакции между растворами азотно-кислого серебра и бромистого калия или аммония. В фотографической эмульсии применяют также хлористый натрий, йодистый калий и др.;



На поверхности и внутри микрокристаллов галогенидов серебра возникают центры светочувствительности. Микрокристаллы различны по форме и размеру и могут быть от 0,1 до 5 мкм. Размещаются они по всей толщине слоя фотографической эмульсии.

Собственная спектральная чувствительность галогенидов серебра ограничена ультрафиолетовой, фиолетовой и синей зонами спектра, поэтому такая эмульсия неспособна воспроизводить зеленые, желтые, оранжевые и красные цвета. На фотографическом изображении они почти не различаются друг от друга.

Фотографическая эмульсия с дополнительной спектральной чувствительностью может быть получена введением в нее оптических сенсibilизаторов. К ним относятся специальные красители, способные адсорбироваться на микрокристаллах галогенидов серебра и очувствлять фотографическую эмульсию к той зоне спектра, которую поглощают. Оптические сенсibilизаторы позволили создать различные по спектральной чувствительности фотографические эмульсии (рис. 42), которым присвоены

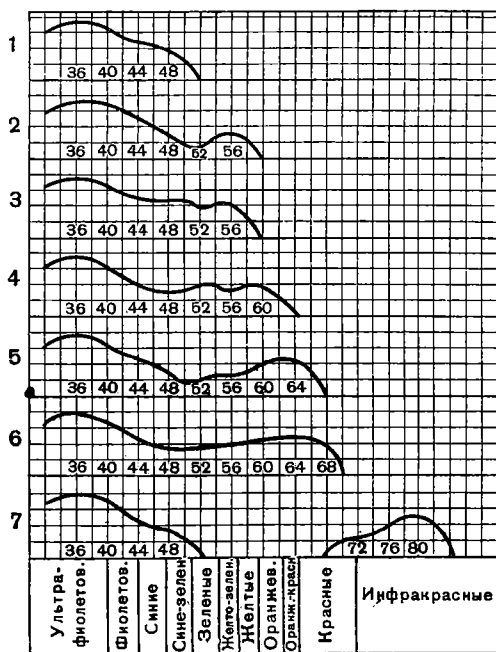


Рис. 42

Спектральная чувствительность фотоматериалов:  
 1 — неенсибилизированная, 2 — ортохроматическая,  
 3 — изохроматическая, 4 — изоортохроматическая,  
 5 — панхроматическая, 6 — изопанхроматическая,  
 7 — инфрахроматическая

специальные названия (не всегда точно характеризующие свойства фотографического материала):

**ортохроматические** — дополнительно чувствительные к желто-зеленым и желтым лучам;

**изоортохроматические** — дополнительно чувствительные к зеленым, желто-зеленым и желтым лучам;

**изохроматические** — дополнительно чувствительные к зеленым, желто-зеленым, желтым и оранжевым лучам;

**панхроматические** — дополнительно чувствительные ко всем лучам видимого спектра с некоторым понижением чувствительности к зеленым лучам;

**изопанхроматические** — чувствительные ко всем лучам видимого спектра;

**инфрахроматические** — помимо собственной спектральной чувствительности галогенида серебра чувствительные к красным и к невидимым глазом инфракрасным лучам.

Фотографические эмульсии для цветных материалов изготавливают с зональной чувствительностью. К ним относятся три типа эмульсий: синечувствительная, зеленочувствительная и красночувствительная. Зелено- и красночувствительные эмульсии имеют собственную чувствительность к синей зоне спектра, но специальный желтый слой не пропускает синие лучи к слоям указанных эмульсий. Этот желтый светофильтр в цветных фотоматериалах расположен над зелено- и красночувствительными слоями, вследствие чего каждая эмульсия оказывается чувствительной только к одной зоне спектра (рис. 43).

Фотографические эмульсии цветных фотоматериалов должны быть не только зонально чувствительными, но и содержать разные, отличающиеся друг от друга краскообразующие вещества. Эти сложные органические соединения в процессе проявления фотоматериала образуют в фотографических эмульсионных слоях изображения из красителей. Обычно пользуются тремя краскообразующими веществами: одно из них создает в эмульсионном слое изображение из желтого краси-

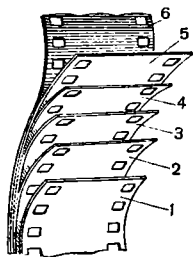


Рис. 43  
Строение цветного фотоматериала:  
1 — синечувствительный эмульсионный слой, 2 — желтый светофильтр, 3 — зеленочувствительный эмульсионный слой, 4 — красночувствительный эмульсионный слой, 5 — противореальный слой, 6 — подложка фотопленки

теля, другое из п у р п у р н о г о, третье — из г о л у б о г о. Эти три одноцветных красителя в фотоматериале образуют многоцветное изображение.

Фотографические эмульсии для цветных фотоматериалов согласуются не только по спектральной чувствительности, но и по другим свойствам.

В состав фотографической эмульсии входят еще многие вещества. Важнейшие из них: с т а б и л и з а т о р ы, способствующие сохранности фотографических свойств эмульсии; п л а с т и ф и к а т о р ы, придающие гибкость и пластичность эмульсии; д у б и т е л и, повышающие прочность эмульсии; а н т и с е п т и к и, предохраняющие эмульсию от бактериологического разложения; с м а ч и в а т е л и, обеспечивающие равномерность нанесения эмульсии на подложку. Во многие эмульсии добавляют соли золота, увеличивающие светочувствительность.

Фотографические эмульсии имеют различные свойства. Каждый тип эмульсии готовят по строго определенным рецептам и режимам. Однако технологический процесс изготовления фотографических эмульсий настолько сложен, что часто одна партия эмульсии значительно отличается от другой партии этого же типа материала.

Фотографические эмульсии наносят на различные подложки: триацетатцеллюлозную, бумажную или стекло.

Т р и а ц е т а т ц е л л ю л о з н а я п о д л о ж к а — прозрачная, гибкая, устойчивая к теплу, холоду и влаге; способна хорошо сохранять свои размеры до фотографической обработки фотоматериала и после обработки.

Б у м а ж н а я п о д л о ж к а — равномерно гладкая, не расслаивается при обработке в щелочных и кислых растворах; сохраняет бесцветность после пребывания в растворах; почти не изменяется по размерам при увлажнении и сушке.

С т е к л о — плоское, бесцветное, одинаковой толщины, без воздушных пузырьков, полос и других дефектов.

Чтобы фотографическая эмульсия прочно соединилась с подложкой, на нее наносят п о д с л о й, а на обратную сторону подложки — л а к (если подложка сделана из прозрачного материала).

Существуют различные лаки: п р о з р а ч н ы е — повышающие глянец подложки и противодействующие скручиванию эмульсионного слоя в сторону эмульсии; п р о т и в о р а з р ы д н ы е — устраняющие появление разрядов статического электричества, возникающего на

фотопленке вследствие соприкосновения и трения о различные материалы в фотоаппарате, кассетах и т. д.; п р о т и в о о р е о л ь н ы е — снижающие степень отражения света от подложки при фотографировании ярко освещенных или бликующих деталей в объекте.

Противоореольные лаки при фотографической обработке должны обесцвечиваться или разрушаться.

Многие фотопленки изготавливаются на п р о к р а ш е н н о й п о д л о ж к е. В этом случае сама подложка обладает противоореольными свойствами, окраска подложки сохраняется и после фотографической обработки материала.

Перед нанесением фотографической эмульсии на бумажную подложку бумагу обычно покрывают баритовым слоем в виде пасты, состоящей из сернокислого бария в задубленной желатине. Б а р и т о в ы й с л о й предохраняет фотографическую эмульсию от вредных воздействий различных веществ, которые могут содержаться в бумажной подложке, повышает белизну бумаги, гладкость ее поверхности и обеспечивает прочное соединение эмульсионного слоя с подложкой. Подложка может быть не только белой, но и подсиненной или кремовой различных оттенков. Изготавливают фотобумагу и со структурным рельефом, напоминающим ткань.

Черно-белые фотоматериалы могут иметь один или два светочувствительных слоя, нанесенных один на другой. Помимо фотографической эмульсии на подложку часто наносят защитные слои.

Цветные фотоматериалы, кроме трех светочувствительных слоев, могут иметь слои светофильтровые и изолирующие.

Каждый политый слой должен быть строго одинаковым по толщине и равномерным по нанесу в продольном и поперечном направлениях всего рулона подложки. Колебания по толщине наноса светочувствительного слоя в любом направлении рулона или между отдельными рулонами сказываются на стандартности фотографических характеристик фотоматериала. В этом случае изображение получается неполноценным, на нем появляются различные дефекты: светлые и темные полосы, пятна, изменение цвета и т. д.

Стремясь улучшить качество изображения на фотопленке, технологи создали новый тип материалов — т о н к о с л о й н ы й. Толщина светочувствительного слоя тонкослойных черно-белых фотопленок близка к 5—6 мкм. Обычно черно-белые фотопленки имеют слой в 17—22 мкм,

цветные — 22—27 мкм. Тонкослойные фотопленки имеют ряд преимуществ: повышенную резкость изображения, уменьшенную зернистость, большую светочувствительность и некоторые другие.

Для выпуска тонкослойных фотоматериалов потребовалось создать совершенно новое оборудование с новой технологией.

Вследствие значительного повышения концентрации галогенидов серебра в тонком светочувствительном слое роль защитного и противоореального слоев резко возросла. Защитный слой способствует равномерному проявлению микрокристаллов галогенидов серебра. Противоореальный слой становится более действенным по отношению к ореолу отражения, который при тонкослойном материале сильнее влияет на качество изображения.

Подложка с нанесенными слоями нарезается по заданным размерам, а кинопленка дополнительно перфорируется.

Фотопленки, предназначенные для зарядки в кассеты, нарезают кусками длиной 0,6—1,65 м. Плоские форматные фотопленки разрезают на прямоугольные листы определенного размера, например:  $9 \times 12$ ,  $13 \times 18$  см и т. д. Катушечные неперфорированные фотопленки нарезают длиной 0,45 м и шириной 16 мм или длиной 0,815 м и шириной 61,5 мм.

Фотопленки имеют по краям надписи, указывающие завод-изготовитель, тип фотоматериала, дату выпуска и некоторые другие обозначения, видимые лишь после фотографической обработки фотоматериала. Фотопленки упаковывают во влагонепроницаемый материал (специальную бумагу, фольгу, целлофан) и затем укладывают в пакет или коробку, на этикетках которых делают надпись, характеризующую светочувствительный материал.

Примерно так же изготавливают фотобумагу, которую разрезают на требуемый формат.

Фотопластины нарезают из больших стекол в виде прямоугольных листов определенного формата (до полива эмульсии).

Все фотографические материалы в процессе их изготовления тщательно контролируют. Материалы, обрабатываемые при каком-либо цветном освещении, просматривают при цветных светофильтрах, установленных в лабораторных фонарях.

Фотоматериалы, которые из-за светочувствительности нельзя визуально контролировать, проверяют выборочным

методом после проведения всех производственных операций. В этом случае от определенного количества готового материала отбирают образцы в том порядке, при котором обеспечивается наибольшая вероятность обнаружения дефекта. Просматривая образцы после фотографической обработки при белом освещении, устанавливают качество полива светочувствительного слоя на подложку. Во время контроля определяют и фотографические характеристики фотоматериала.

Несмотря на то, что все операции по производству фотоматериалов происходят в условиях необходимой чистоты, при строго установленном технологическом режиме и с применением современных контрольных аппаратов, одна партия светочувствительного материала может несколько отличаться от другой партии подобного же материала. Поэтому каждой партии фотоматериала присваивается порядковый номер, и весь материал, на упаковке которого представлен один и тот же номер, называемый **н о м е р о м э м у л ь с и н и**, обладает совершенно одинаковыми свойствами. Светочувствительные материалы, обозначенные другими, даже близкими номерами, могут иметь весьма различные свойства.

На этикетке упаковки указаны условия, при которых можно вскрывать и обрабатывать фотоматериал.

#### **Характеристики фотографических материалов**

Фотографические материалы делятся на **н е г а т и в н ы е**, применяемые при съемке, **п о з и т и в н ы е**, на которых с негатива печатают фотографические изображения, и **о б р а щ а е м ы е**, рассчитанные на получение позитивного изображения на том материале, на котором происходила съемка.

Характеристики фотоматериалов определяют **с е н с и т о м е т р и ч е с к и м** способом, представляющим собой систему измерения свойств светочувствительных материалов.

Существует много сенситометрических систем, например: отечественная ГОСТ 10691 — 63 — на фотографические черно-белые материалы; ГОСТ 9160 — 59 — на цветные фотоматериалы; ДИН и др.

Любая из сенситометрических систем предусматривает выполнение следующих операций: **э к с п о н и р о в а -**

ние фотоматериала в сенситометре — приборе, в котором на светочувствительный слой действует ряд нормированных экспозиций; обработку фотоматериала в растворах, рекомендованных для испытуемого материала; измерение результатов экспонирования и обработки фотоматериала денситометром — прибором, позволяющим определять опти-



Рис. 44  
Сенситограмма

ческие плотности на сенситограмме (рис. 44); выражение результатов в сенситометрических величинах.

Под оптической плотностью ( $D$ ) понимают степень почернения, образованную металлическим серебром на черно-белых фотоматериалах или красителями на цветных фотоматериалах. Количественно оптическую плотность выражают в логарифмических величинах. Если количество света, пропускаемое измеряемым участком, снижается по интенсивности в 10 раз по отношению к свету, падающему на этот участок, то оптическая плотность равна 1, так как логарифм  $10=1$ . Если же интенсивность света снижается в 100 раз, оптическая плотность будет 2, так как логарифм  $100=2$ , и т. д.

Характеристическая кривая (рис. 45) показывает зависимость почернений от логарифма экспозиции в оптических плотностях на сенситограмме. По этой характеристической кривой можно оценить следующие свойства фотоматериала.

Светочувствительность ( $S$ ) — чувствительность фотоматериала к действию света, выраженная числом единиц ГОСТа. Это число необходимо для определения экспозиции при съемке или печатании изображения.

Сенситометрической системой ГОСТ предусмотрен следующий ряд показателей светочувствительности: 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5; 6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 65; 90; 130; 180; 250; 350 единиц и т. д. Переход от одного показателя к другому, например от 22 ед. ГОСТа к 32 ед. ГОСТа, позволяет сократить экспозицию почти в 1,5 раза (1,41), а при переходе через ступень, например от 65 ед. ГОСТа к 130 ед. ГОСТа, экспозиция сокращается вдвое.

Показатели светочувствительности фотоматериалов соответствуют числам, указанным на упаковке, только в том

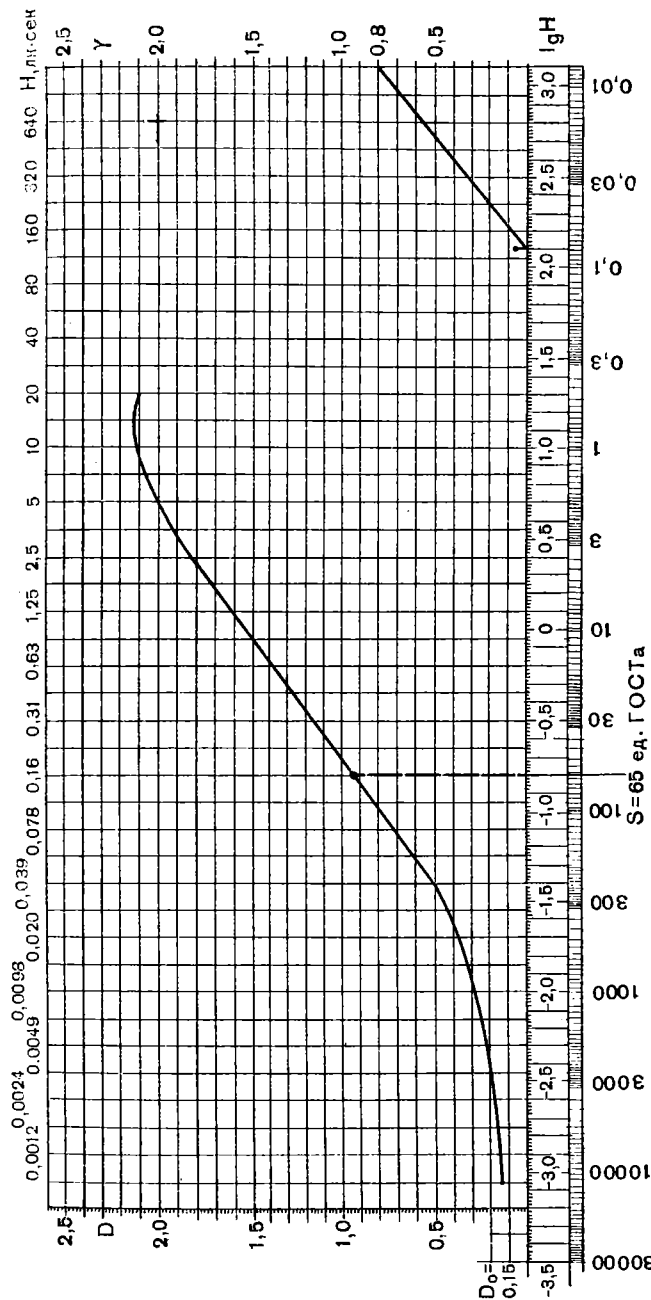


Рис. 43  
Характеристическая кривая фотоматериала:  $H$  — шкала экспозиций,  $D$  — шкала оптических плотностей,  $\gamma$  — шкала коэффициентов контрастности,  $S$  — шкала чисел светочувствительности

случае, если эти материалы обрабатываются при режимах, предусмотренных ГОСТом.

Зарубежные сенситометрические системы значительно отличаются друг от друга и от советской системы. Поэтому перевод показателей светочувствительности одной сенситометрической системы в другую, строго говоря, невозможен. Однако для практических целей рекомендуют табл. 10, которая тоже весьма приближительна и иногда может быть причиной ошибки при определении экспозиции.

На число светочувствительности влияет спектральный состав света, при котором экспонировался фотоматериал. На упаковке черно-белого фотоматериала число светочувствительности обычно указывается для дневного освещения.

Т а б л и ц а 10

ГОСТ	дин	ГОСТ	дин
1,0	1	45	17—18
2,0	4	65	19—20
2,8	5—6	90	21
4,0	7	130	22—23
5,5	8—9	180	24
8,0	10	250	25—26
11,0	11—12	350	27
16,0	13	500	28—29
22,0	14—15	700	30
32,0	16	1000	31—32

Цветной фотоматериал состоит из трех светочувствительных слоев, каждый из которых имеет собственную светочувствительность. Чтобы получить доброкачественное цветное изображение, эти светочувствительные слои должны быть балансированы между собой по чувствительности. Степень их балансированности оценивают показателем баланса чувствительности ( $B_c$ ).

Для определения баланса чувствительности первоначально определяют собственную светочувствительность каждого из слоев, затем отношение наибольшей светочувствительности к наименьшей. В балансированном фотоматериале это отношение равно единице ( $B_c=1$ ), т. е. три характеристические кривые сливаются в одну (рис. 46 а). При повышенной светочувствительности у одного из слоев, например наружного, соответствующая этому слою кривая расположится над двумя другими характеристическими кривыми

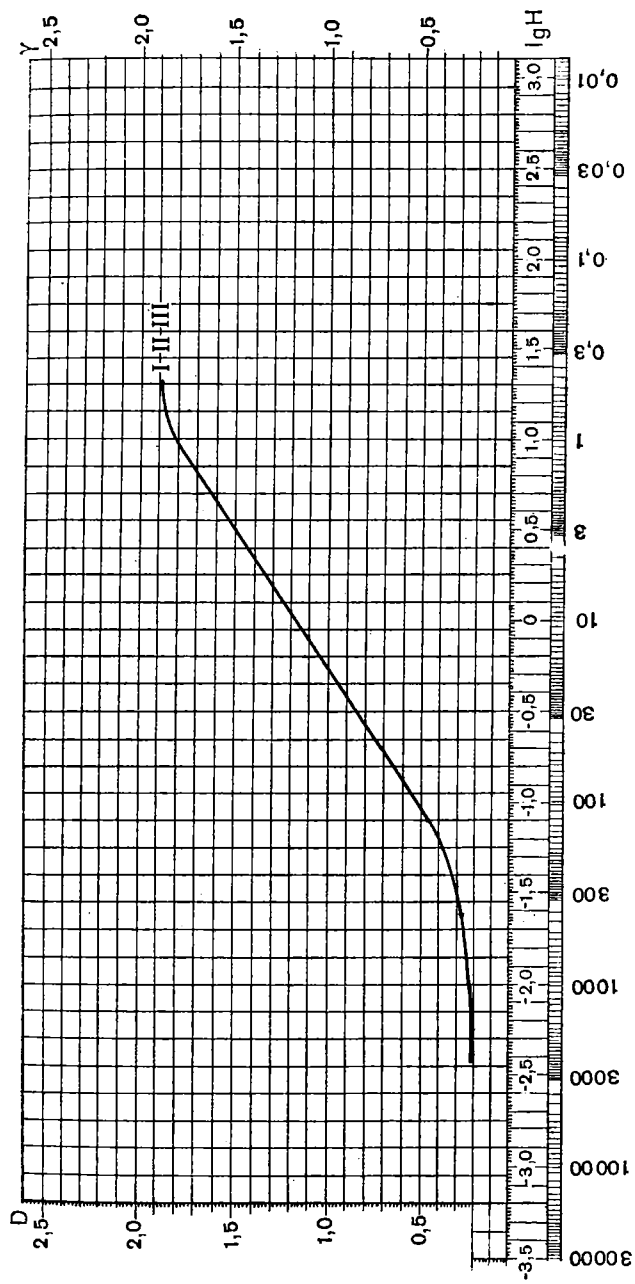


Рис 46 а.  
Характеристические кривые цветного фотоматериала — фотоматериал балансированный по эмульсионным слоям

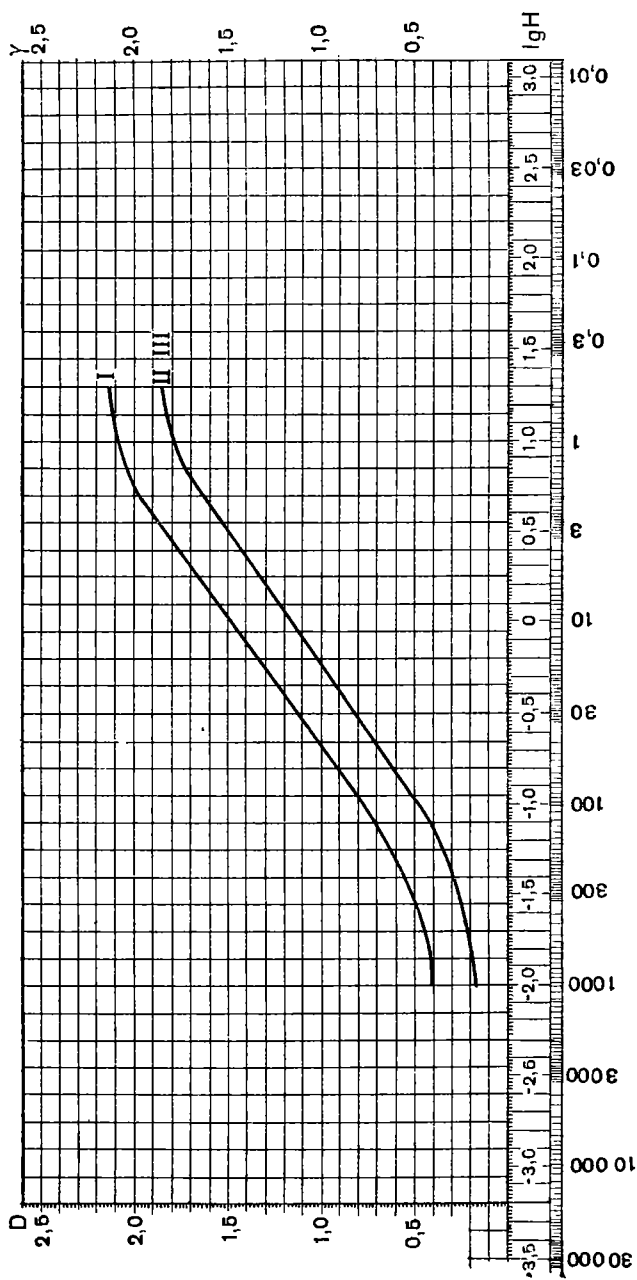


Рис. 46 б. Фотоматериал с нарушенным балансом эмульсионных слоев: I — синечувствительный слой, II — зеленочувствительный, III — красочувствительный

(рис. 46 б). Следовательно, фотоматериал окажется с нарушенным балансом, и потому изображение получится цветоперекрашенным. Чем больше показатель  $B_c$  фотоматериала, тем сильнее отклонение от баланса и тем значительнее будут цветоискажения в изображении.

Баланс в цветном фотоматериале предусматривает определенные соотношения между светочувствительными слоями по степени чувствительности с учетом спектрального состава света, для которого предназначен этот материал. Правильно сбалансированный материал для съемки при дневном освещении окажется с нарушенным балансом, если на нем производить съемку при лампах накаливания. В этом случае в негативном изображении будет преобладать голубой тон. Появление повышенного количества голубого красителя в негативе объясняется тем, что на нижний, красочувствительный, слой избыточно действовали оранжево-красные лучи ламп накаливания.

Вследствие различия в спектральном составе дневного света и ламп накаливания создано два типа цветных фотоматериалов. Одни из них, обозначенные буквой Д (дневной свет) или изображением солнца, предназначены для съемки при дневном освещении, и потому их светочувствительные слои сбалансированы к дневному освещению. Эти фотоматериалы могут применяться также при съемке с освещением, близким по спектральному составу к дневному свету, например с импульсной лампой, с вспышкой магния или электрической дуги. В случаях съемки при лампах накаливания на фотоматериале типа Д на объектив фотоаппарата следует установить **г о л у б о й с в е т о ф и л ь т р**, который сделает фотоматериал сбалансированным к свету ламп накаливания.

Другие фотоматериалы, обозначенные буквой Л (лампа накаливания) или изображением электролампы, имеют светочувствительные слои, сбалансированные к излучению ламп накаливания. На этих фотоматериалах можно снимать и при дневном освещении, установив на объективе фотоаппарата **о р а н ж е в ы й с в е т о ф и л ь т р**.

Следует учесть, что светофильтры при съемке снижают освещенность фотоматериала за счет поглощения части света, и потому возникает необходимость увеличивать экспозицию.

Числа светочувствительности, указываемые на упаковке цветных фотоматериалов, аналогичны числам черно-белых фотоматериалов, вследствие чего экспозиция

для черно-белых и цветных фотоматериалов рассчитывается одинаково. Эти числа определены при таком спектральном составе света, для которого предназначен фотоматериал.

**Контрастность  $\gamma$**  — способность фотоматериала передавать различия яркостей объекта съемки.

Количественно контрастность определяется тангенсом угла наклона прямолинейной части характеристической кривой к горизонтальной оси графика (рис. 47). Если при измерении крутизны прямолинейной части характеристической кривой угол окажется равным  $45^\circ$ , контрастность будет равна 1,0, так как  $\tan 45^\circ = 1,0$ . Такой фотоматериал правильно передает соотношение яркостей объекта съемки, если исключить условия рассматривания изображения и другие факторы, влияющие на его оценку. Чем больше крутизна прямолинейной части характеристической кривой, тем выше контрастность фотоматериала. Чем меньше крутизна прямолинейной части, тем ниже контрастность фотоматериала. Объясняется это тем, что с увеличением крутизны прямолинейной части характеристической кривой увеличивается рост оптических плотностей.

Фотоматериалы разной контрастности подбирают к соответствующему объекту съемки: например, при портретной съемке наиболее пригоден фотоматериал с небольшой контрастностью; при съемке чертежей требуется фотоматериал с высокой контрастностью.

Наименьшую контрастность имеют негативные кинопленки; несколько выше контрастность у негативных фотопленок; еще выше — у обращаемых фотоматериалов; очень высокая контрастность у фотобумаг, позитивных фотоматериалов, диапозитивных фотопластинок.

Контрастность фотоматериала больше, чем какая-либо другая его характеристика, зависит не только от свойств светочувствительного слоя, но и от режима проявления. Изменяя состав проявляющего раствора, продолжительность обработки, температуру раствора, можно влиять на контрастность изображения.

Балансированное цветное изображение можно получить только в том случае, если контрастность у всех трех светочувствительных слоев одинакова (рис. 48). Нарушение баланса оценивают по разности между наибольшей и наименьшей контрастностью в цветном фотоматериале. Следовательно, полностью балансированный фотоматериал имеет показатель баланса контрастности  $B_k$ , равный 0.

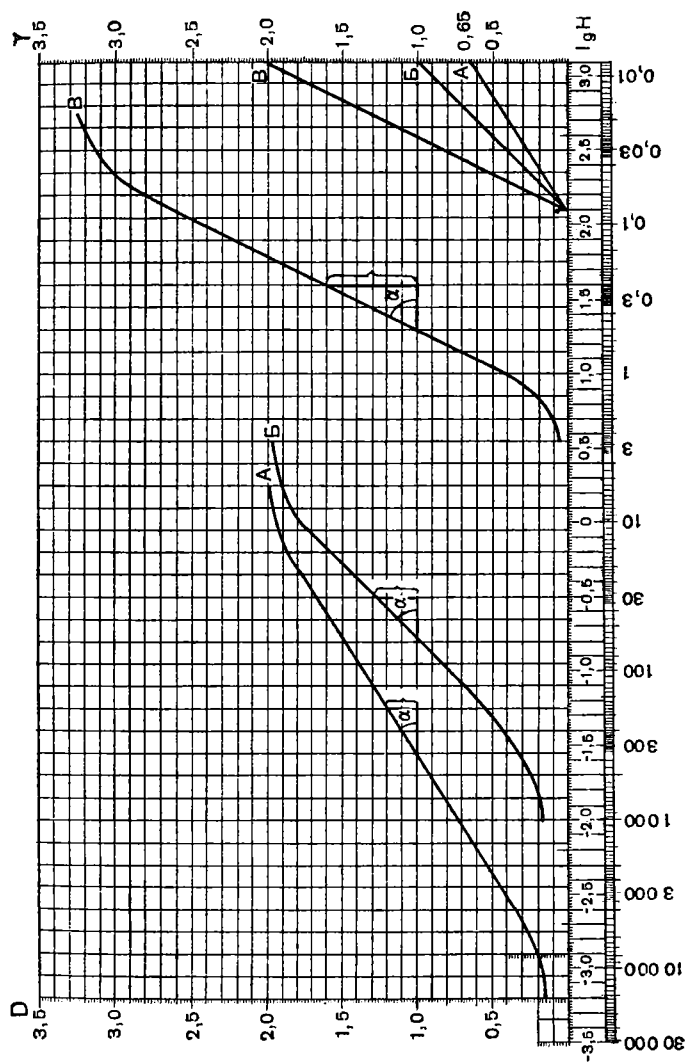


Рис. 47  
Характеристические кривые, показывающие контрастность фотоматериала: А — мягкий, В — нормальный, В — контрастный

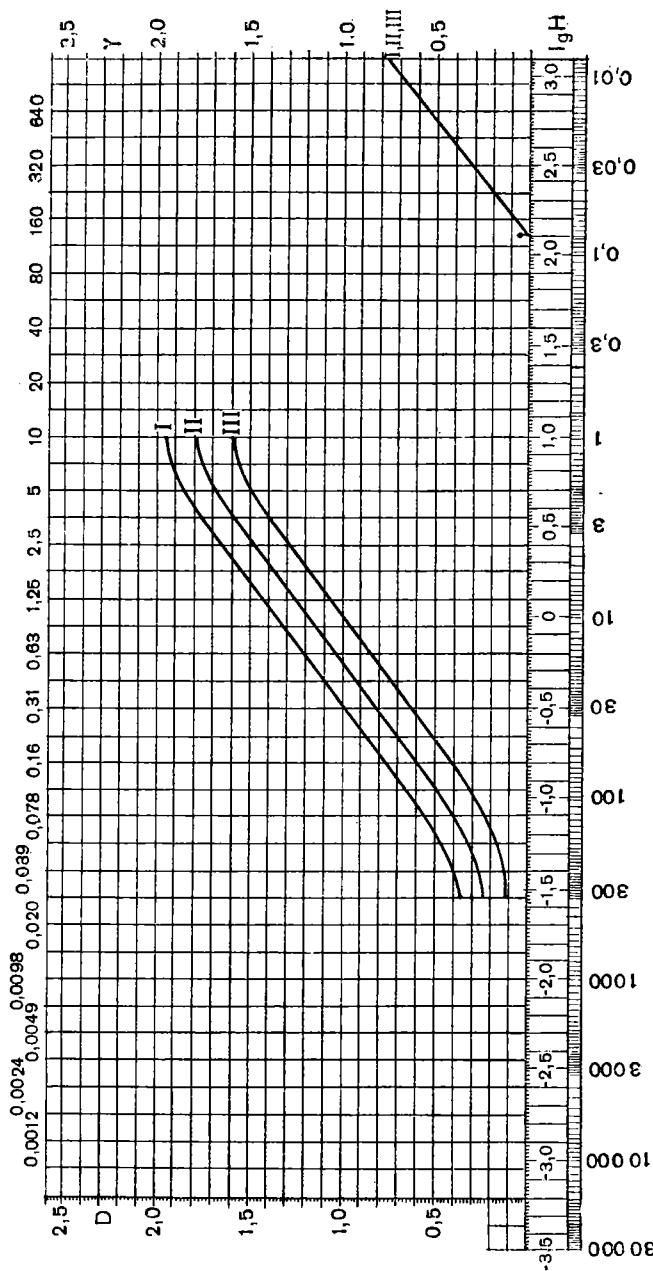


Рис. 48  
Характеристические кривые балансируемого по контрастности цветного фотоматериала

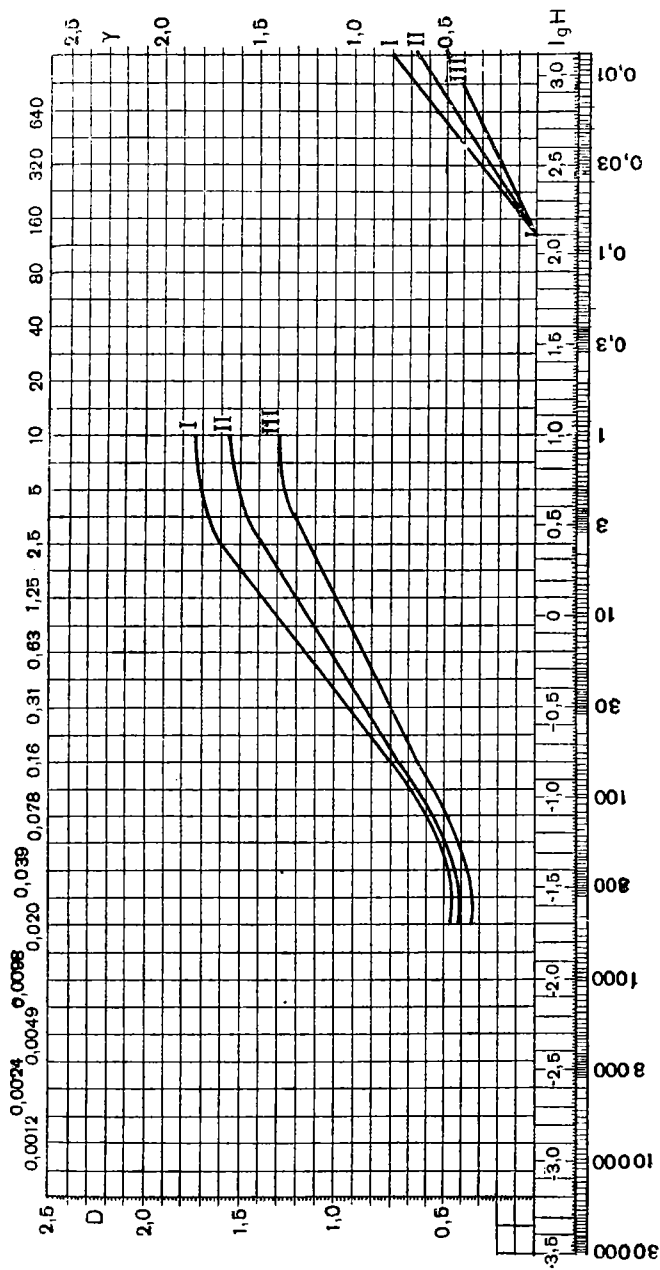


Рис. 49  
Характеристические кривые цветного фотоматериала с нарушенным балансом

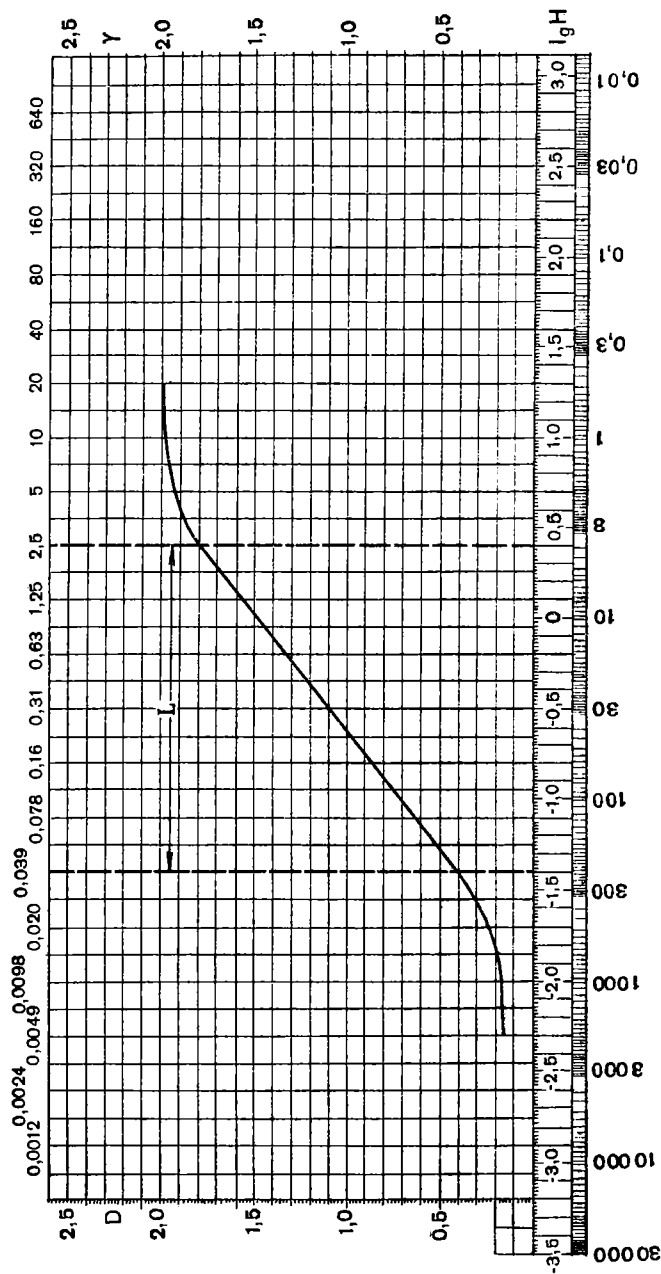


Рис. 50  
Характеристическая кривая, показывающая фотографическую широту

Если светочувствительные слои цветного фотоматериала имеют различную контрастность, изображение будет цветоперекрашенным. Нарушение баланса фотоматериала по контрастности может привести к разному виду искажений, например к окрашиванию деталей в тенях или светах, окрашиванию в различные цвета темных и светлых деталей и т. д. (рис. 49). Чем больше нарушен баланс фотоматериала, тем сильнее цветоискажения; устранить их во время фотографической обработки или при печатании изображения нельзя.

Длительное хранение цветного фотоматериала или нарушение условий его обработки часто бывает причиной нарушения баланса по контрастности.

**Фотографическая широта ( $L$ )** — способность фотоматериала правильно воспроизводить градацию яркостей объекта съемки.

Количественно фотографическая широта определяет интервал экспозиций между началом и концом прямолинейного участка характеристической кривой (рис. 50). На этом участке рост оптических плотностей точно соответствует росту экспозиций (логарифму экспозиций) с одинаковым коэффициентом контрастности. Фотографическую широту часто называют областью правильных экспозиций.

Чем длиннее прямолинейный участок характеристической кривой, тем больший интервал яркостей объекта может быть правильно воспроизведен фотоматериалом, тем, следовательно, больше его фотографическая широта.

На рис. 51 представлены характеристические кривые двух фотоматериалов. Кривая *I* имеет короткий прямолинейный участок, кривая *II* — длинный. У первой кривой он соответствует интервалу освещенности от 212 до 6800 лк при выдержке  $\frac{1}{60}$  сек и диафрагме объектива 1 : 4. У второй кривой прямолинейный участок соответствует интервалу освещенности от 212 до 54 000 лк при тех же условиях съемки. Следовательно, первый фотоматериал может воспроизвести интервал яркости объекта 1 : 30, второй — 1 : 250.

Большая фотографическая широта светочувствительного материала допускает некоторые погрешности при определении экспозиции. Так, объект съемки, имеющий интервал яркостей 1 : 20, можно правильно воспроизвести при весьма разных экспозициях, если фотографическая широта фотоматериала будет 1 : 200. Негативы такого объекта бу-

дуг отличаться один от другого лишь общей плотностью при одинаковой контрастности. Их можно печатать на одной и той же по контрастности фотобумаге, увеличивая лишь выдержку по мере повышения плотности негативов.

Современные фотоматериалы изготавливают с такой фотографической широтой, которая позволяет воспроизводить

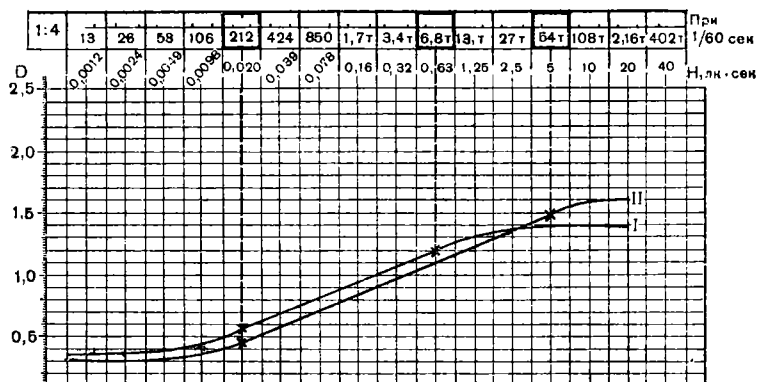


Рис. 51  
Фотоматериалы с разной фотографической широтой

без искажений большинство объектов по интервалу яркостей. Исключение составляют обрабатываемые фотоматериалы, имеющие меньшую широту, чем негативные материалы. Малую широту имеют и позитивные фотоматериалы, так как чем контрастнее светочувствительный слой, тем меньше его фотографическая широта.

Светочувствительные слои цветного фотоматериала должны иметь одинаковую фотографическую широту, в противном случае некоторые детали изображения окажутся цветоискаженными.

Величина фотографической широты зависит от условий проявления фотоматериала. Выравнивающее проявление, снижая контрастность фотоматериала, расширяет прямолинейный участок характеристической кривой и, следовательно, увеличивает фотографическую широту.

Вуаль ( $D_0$ ) — почернение на фотоматериале, образующееся после проявления на участках, на которые не действовал свет.

Вуаль зависит от собственных свойств фотографической эмульсии, условий хранения фотоматериалов, состава про-

являющего раствора, продолжительности проявления и других химических процессов. Вуаль появляется почти на любом фотоматериале. Распространяясь по всей поверхности светочувствительного слоя, она снижает прозрачность изображения.

Изображение, полученное на сильно вуалированном фотоматериале, имеет пониженный контраст и выглядит серым. Чем выше светочувствительность материала, тем плотнее вуаль, поэтому у негативных материалов она выше, чем у позитивных. Чем дольше хранится фотоматериал, тем больше плотность вуали. Чем энергичнее проявитель или в нем меньше противовуалирующего вещества, тем плотнее вуаль. Чем продолжительнее проявление, тем выше плотность вуали. Различные процессы, происходящие в светочувствительном слое и при его обработке, часто суммируются и увеличивают плотность вуали.

Помимо свойств фотоматериала, оцениваемых по характеристической кривой, большой практический интерес представляют следующие свойства.

**Цветочувствительность** — чувствительность фотоматериала к цветным излучениям.

Существует много способов определения цветочувствительности. Наиболее распространенные из них — по изображению цветной таблицы и по кратности светофильтров.

При оценке цветочувствительности по цветной таблице (рис. 52) фотографируют таблицу на испытуемом фотоматериале при том освещении по спектральному составу, при котором будет в дальнейшем происходить съемка. Чем чувствительнее фотоматериал к цвету поля таблицы, тем большей плотностью это поле будет воспроизведено в изображении. Есть таблицы, по которым можно количественно оценить цветочувствительность фотоматериала. В таких таблицах рядом с цветной полоской расположена серая, ступени которой обозначены условными процентами. Чувствительность фотоматериала к каждому из цветов определяют сопоставлением изображений цветного поля с серым полем таблицы. Следует учесть, что оценка чувствительности фотоматериала по таблицам зависит от чистоты используемых красок и соответствия этих красок цветам объекта съемки.



Рис. 52  
Таблица для оценки  
цветочувствительности  
фотоматериала

При оценке светочувствительности по кратности светофильтров цветной объект фотографируют на испытуемом фотоматериале со всеми выдержками затвора данного фотоаппарата при постоянной диафрагме. Количество экспозаписей должно соответствовать количеству светофильтров, применяемых во время испытания фотоматериала. В каждой экспозаписи первый кадр делается без светофильтра, последующие со светофильтром. Сопоставлением кадров в обработанных экспозаписях определяют кратность каждого светофильтра. Чем меньше кратность, тем выше чувствительность фотоматериала к цвету данного светофильтра.

**Зернистость** — неравномерность структуры фотографического изображения, видимая при его большом увеличении. Эмульсионный слой состоит из отдельных микрокристаллов галогенида серебра, размещенных в желатине. Величина микрокристаллов весьма различна у разных фотоматериалов. У позитивных фотоматериалов она значительно меньше, чем у негативных. Помимо того, в одном и том же светочувствительном слое микрокристаллы имеют различную форму и расположены во много рядов.

Число микрокристаллов в светочувствительном слое огромно, например на  $1\text{ см}^2$  эмульсионного слоя у малочувствительного фотоматериала может быть около миллиарда микрокристаллов, у высокочувствительных — около 350 миллионов микрокристаллов. Эти отдельные микрокристаллы в процессе проявления фотоматериала превращаются в зерна металлического серебра, которые настолько малы, что даже при большом увеличении изображения неразличимы. При проявлении зерна часто слипаются и образуют комки. Они располагаются вдоль поверхности и в глубину эмульсионного слоя, причем весьма неравномерно: на одном участке — больше, на другом — меньше. В результате на изображении возникает пятнистая структура, которая портит его и делает зернистым.

С увеличением масштаба изображения зернистость становится заметнее, она растет с повышением светочувствительности фотоматериала. Для получения наиболее мелкозернистых изображений следует применять наименее светочувствительные материалы, какие только допустимы по условиям съемки.

Зернистость фотографического изображения зависит от многих условий и в первую очередь от свойств светочувствительного материала.

При одинаковой светочувствительности негативного и обращаемого фотоматериалов зернистость будет меньшей у обращаемых материалов. Объясняется это особенностью процесса обращения (стр. 308).

Зернистость присуща и цветным фотоматериалам, так как красители в определенной степени воспроизводят серебряное изображение.

Измерение зернистости относится к наиболее трудным проблемам, связанным со сложной природой зернистости фотоматериала. До сих пор нет общепринятого метода оценки зернистости. Нередко одни и те же материалы, исследуемые разными методами, оцениваются различно.

Разрешающая способность — способность светочувствительного слоя раздельно воспроизводить детали объекта съемки.

Разрешающая способность определяется максимальным числом параллельных черных штрихов и белых промежутков, равных по ширине, которые раздельно воспроизводятся на  $1 \text{ мм}^2$  фотоматериала. Например, если разрешающая способность равна  $75 \text{ лин/мм}$ , это значит, что фотоматериал может передать раздельно 75 линий на площади в  $1 \text{ мм}^2$ .

Разрешающая способность в основном зависит от свойств светочувствительного слоя. Чем больше зернистость и выше светочувствительность фотоматериала, тем ниже разрешающая способность. Разрешающая способность может изменяться от условий съемки и режимов обработки фотоматериала. Рассматривая ряд изображений, сделанных на одном и том же куске фотопленки, легко обнаружить, что различаемость деталей объекта на негативе будет изменяться в зависимости от величины экспозиции при съемке. При малых экспозициях различаемость деталей неудовлетворительна, по мере увеличения экспозиции улучшается и различаемость деталей до некоторой предельной величины. Последующее повышение экспозиции снова снизит различаемость деталей. Следовательно, разрешающая способность зависит от экспозиции, что необходимо учитывать при съемке объектов, требующих высокой различаемости деталей, например при съемке чертежей, текстов и пр.

Состав проявляющего раствора мало сказывается на разрешающей способности, больше влияет режим проявления: недопроявление или перепроявление фотоматериала снижают различаемость деталей в изображении.

Ореолообразование — искажение изображения, вызванное действием света, отраженного от под-

ложки фотоматериала, или света, рассеянного в светочувствительном слое (рис. 53).

Ореол отражения появляется в том случае, если лучи света, прошедшие сквозь светочувствительный слой и отраженные подложкой фотоматериала, действуют на

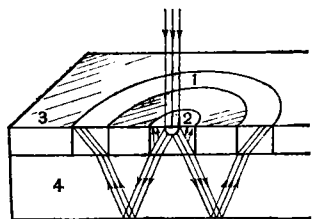


Рис. 53  
Ореолообразование: 1 — ореол отражения, 2 — ореол рассеяния, 3 — светочувствительный слой, 4 — подложка

те микрокристаллы галогенидов серебра, которые не должны участвовать в создании изображения. Например, при съемке зажженных ламп за счет ореола отражения вокруг колбы лампы образуются светлые круги (на позитиве), скажем, при съемке городского пейзажа ночью.

Ореол рассеяния возникает от ярко освещенных участков объекта съемки, рассеивающих свет в свето-

чувствительном слое. Вместо точечных изображений получаются кружки с постепенно уменьшающейся к краям плотностью. Если фотографируются тонкие линии, они воспроизводятся более толстыми линиями с расплывчатыми краями.

В результате ореолообразования значительно ухудшается разрешающая способность фотоматериала. В особенности большой вред оказывают ореолы рассеяния: тонкие ветки деревьев на фоне неба получаются разорванными во многих местах. Человек, стоящий на скале и сфотографированный на фоне неба, на снимке может оказаться с узкой по форме головой.

К этому же явлению следует отнести дефект при портретной съемке, когда изображение лица получается нечетким, а все остальные детали на снимке, размещенные в той же плоскости, — резкими и легко различимыми. Дефект возникает из-за неправильной внутрикадровой экспозиции, если при съемке лицо было освещено избыточно по сравнению со всеми другими деталями.

Чем выше светочувствительность фотоматериала, крупнее зернистость и толще светочувствительный слой, тем больше возможностей для появления ореолов. Качество противоореольного слоя оказывает существенное влияние на ореол отражения. Степень ореола рассеяния снижается, если эмульсионный слой фотоматериала прокрашен спе-

циальным красителем. Состав проявляющего раствора мало влияет на величину ореола. Длительное или энергичное проявление, создающее повышенную плотность изображения, способствует росту ореолов.

### **Хранение фотографических материалов**

Свойства фотоматериалов в большой мере зависят от условий их хранения.

Во время хранения фотоматериала в светочувствительном слое происходят сложные процессы, полностью еще не изученные. Основной из них — процесс старения. Степень старения для разных светочувствительных слоев различна. С увеличением продолжительности хранения фотоматериала его светочувствительность понижается, плотность вуали повышается. С повышением температуры и влажности воздуха процессы старения в светочувствительном слое ускоряются.

У цветных фотоматериалов светочувствительные слои, имеющие различные свойства, во время хранения изменяются неодинаково. В результате возможно отклонение от баланса, что приводит к значительным цветоискажениям в изображении.

Для каждого вида фотоматериала установлен гарантийный срок сохранности их в заводской упаковке при соблюдении определенных условий хранения. Вместо срока хранения на упаковке фотоматериала указана дата, до которой этот материал должен быть использован. За время гарантийного срока хранения допускается изменение свойств светочувствительного слоя в пределах  $\pm 25\%$  от величины показателей, характеризующих фотоматериал при выпуске.

Для большинства фотоматериалов нормальными условиями хранения считаются температура воздуха 14—22°, относительная влажность воздуха 50—70%.

Фотоматериалы нельзя хранить вблизи отопительных приборов и в местах, освещаемых прямыми солнечными лучами, в сырых помещениях и в помещениях, где хранятся аммиак, сероводород, ртуть, органические растворители, краски и т. д.

Высокочувствительные черно-белые, цветные и инфракрасные фотоматериалы в фабричной упаковке рекомендуются хранить при низкой температуре воздуха, на-

пример в холодильнике. Сильное охлаждение замедляет процессы старения. Чтобы избежать дефектов от конденсации влаги на фотоматериале, перед открытием упаковки фотоматериала его необходимо выдержать при комнатной температуре.

Фотоматериалы, предназначенные для использования во влажной местности, упаковывают в металлические коробки, оклеиваемые двойным слоем липкой ленты. В целях дополнительной предосторожности коробки с фотоматериалом помещают в пластмассовые мешки и тщательно заклеивают.

В некоторых случаях старение фотоматериала, вызванное повышенной влажностью при хранении, можно устранить, если этот фотоматериал поместить на одни-два суток в условия пониженной влажности при той же температуре. В результате светочувствительность фотоматериала окажется такой же, какой она была раньше.

Фотоматериалы, хранящиеся в кассетах, фотоаппаратах или в фотолаборатории, сохраняются плохо. Под действием сухого воздуха фотопленка и фотобумага становятся хрупкими и ломаются, а во влажном воздухе фотоматериал делается липким.

## ТЕХНИКА СЪЕМКИ

Любой вид съемки начинается с выбора точки съемки, высоты точки съемки, определения расстояния до объекта и направления съемки. Затем следует наводка объектива на резкость, расчет экспозиции, подбор светофильтров и т. д.

**Точка съемки** — место, с которого производится съемка. При выборе точки съемки определяют направление съемки, высоту точки съемки и расстояние от фотоаппарата до объекта (фото 2).

**Направление съемки** — это направление оптической оси объектива к объекту съемки. Если оптическая ось объектива перпендикулярна плоскости объекта и расположена точно по его центру, точку съемки называют **центральной**. Если оптическая ось объектива направлена под углом к объекту съемки, точку съемки называют **боковой**. Таких точек съемки может быть несколько.

Центральная точка съемки позволяет получить изображение объекта только фронтальное, показывающее его

ширину и высоту (фото 3, а). При боковых точках съемки на изображении видны две стороны объекта, показаны его объем и глубина (фото 3, б).

Высота точки съемки определяется по отношению к уровню глаз стоящего человека. Точка съемки, расположенная на уровне глаз стоящего человека, называется нормальной. Точки, расположенные ниже или выше уровня глаз, называются нижними или верхними точками съемки (фото 10).

При нижней или верхней точке съемки соотношение деталей в изображении объекта будет необычным (фото 4). Такие изображения называются ракурсными. Чем выше или ниже точка съемки, тем сильнее ракурс. Сокращение расстояния до объекта съемки и применение короткофокусного объектива тоже подчеркивают ракурс.

Расстояние до объекта съемки влияет на масштаб изображения. Чем больше расстояние, тем мельче получается изображение объекта при съемке одним и тем же объективом.

Линейная перспектива — впечатление о глубине пространства объекта на изображении. Она создается благодаря уменьшению масштаба изображения деталей по мере их удаления от объектива. Перспектива будет слабо выражена на изображении, если объект имеет малую протяженность в глубину, вследствие чего все его детали воспроизводятся почти в одном масштабе (фото 5). Наоборот, перспектива будет выражена сильно, если наряду с отдаленными объектами фотографируются и близкие объекты. В этом случае будет значительная разница в масштабах изображения отдельных деталей объекта (фото 6).

Перспектива ощущается тем сильнее, чем больше различие в масштабах при воспроизведении деталей объекта. Перспектива усиливается с приближением фотоаппарата к объекту и ослабляется с удалением от объекта.

Основной объектив фотоаппарата создает изображение с привычной перспективой, если съемка происходит на расстоянии, обеспечивающем угол изображения по горизонтали в 27—34°.

Перспектива сильнее ощущается в изображении, полученном при съемке короткофокусным объективом. Объясняется это тем, что короткофокусный объектив, имеющий широкий угол изображения, во время съемки с близкого расстояния одинаковых по величине деталей, расположен-

ных в глубь объекта, воспроизводит их в разном масштабе. Чем больше различие в масштабах, тем сильнее перспектива в изображении. Например, при съемке улицы в перспективе она будет казаться более длинной, чем на самом деле (фото 7).

При съемке длиннофокусным объективом изображение кажется с малой перспективой, так как дальние объекты будут как бы расположены недалеко от ближних. Объясняется это тем, что длиннофокусный объектив имеет малый угол изображения, а съемка происходит с большого расстояния. Улица, сфотографированная длиннофокусным объективом, на снимке будет более короткой и узкой, чем в действительности.

Следовательно, пользуясь короткофокусным или длиннофокусным объективом, по существу фотографируют разные объекты.

То же самое происходит и при съемке объективами с переменным фокусным расстоянием, так как они подобны объективам, различным по фокусному расстоянию, объединенным одной оправой.

**Т о н а л ь н а я   п е р с п е к т и в а** — впечатление о воздушном пространстве объекта (фото 8).

При расположении фотоаппарата на значительном расстоянии от объекта съемки воздушная среда изменяет тон и цвет объекта, снижает четкость его деталей, смягчает контраст освещения и т. д. Степень этих изменений зависит от прозрачности воздушной среды и характера освещения. Особенно заметно влияние воздушной среды во время тумана, изморози и при запыленном воздухе. По мере увеличения расстояния между фотоаппаратом и объектом увеличивается влияние воздушной среды на тональную перспективу. Создается впечатление, что детали объекта, имеющие нечеткую форму, расположены дальше, чем детали, видимые более четко. Воспроизведению тональной перспективы способствует освещение объекта.

Положение фотоаппарата при съемке может быть самым различным.

Съемку с выдержками короче  $\frac{1}{30}$  сек, при которых почти незаметно шевеление объекта или фотоаппарата, можно вести, прижав фотоаппарат к лицу, или фотографировать с рук, опущенных вниз или вытянутых над головой (фото 9), и т. д.

При съемке внутри помещения, при репродуцировании или при использовании телеобъектива фотоаппарат укреп-

ляют на штативе, обеспечивающем устойчивое положение. Чем тяжелее фотоаппарат, тем прочнее должен быть штатив.

Фотоаппарат привинчивают к штативу так, чтобы передняя ножка штатива была направлена на объект. При таком положении штатива фотоаппарат легко установить в нужном направлении. Для устранения скольжения штатива на гладкой поверхности его ножки скрепляют тремя шнурами (рис. 54).

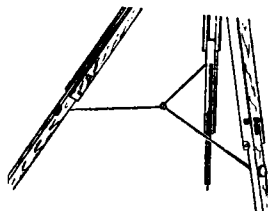


Рис. 54  
Крепление штатива

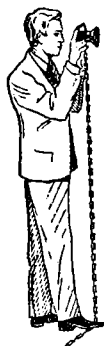


Рис. 55  
Цепной штатив

Фотоаппарат можно укреплять также на цепном штативе, представляющем собой цепочку (длиной 175 см) со штативным винтом. После того как фотоаппарат привинчен, цепочку туго натягивают, наступив на ее конец ногой (рис. 55). В натянутом положении цепочка обеспечивает устойчивую съемку с выдержками до  $1/2$  сек.

Очень часто пользуются штативом-струбциной (рис. 56), позволяющим устанавливать фотоаппарат на спинке стула, ветке дерева и т. д.

**Резкость изображения** — степень четкости фотографического изображения объекта съемки.

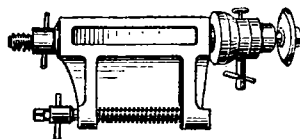


Рис. 56  
Штатив-струбцинка

Операция установки объектива на расстояние, при котором будет четкое изображение, называется наводкой объектива на резкость. В пространстве вдоль оптической оси объектива наиболее резкое изображение получается только в одной плоскости — плоскости наводки (рис. 57).

Кружок диаметром  $0,1 \text{ мм}$  с расстояния наилучшего видения ( $25\text{—}30 \text{ см}$ ) глаз воспринимает как четкую точку. Точки, составляющие фотографическое изображение, называют **к р у ж к а м и** **р а с с е я н и я**. Диаметр кружка рассеяния в  $0,1 \text{ мм}$  принят как мера резкости для фотографических изображений, рассматриваемых без увеличения или с небольшим увеличением, при съемке фотоаппаратами  $6\times 6$ ,  $6\times 9 \text{ см}$  и более крупными.

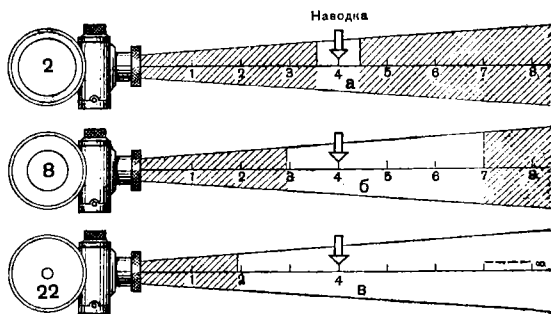


Рис. 57  
Схема наводки объектива на резкость

Для малоформатных изображений ( $24\times 26 \text{ мм}$  и менее) принят диаметр кружка рассеяния от  $0,03$  до  $0,05 \text{ мм}$ . При таком кружке рассеяния малоформатное изображение, рассматриваемое увеличенным, будет казаться достаточно резким.

В оптическом изображении каждой точке детали объекта съемки соответствует строго сопряженная точка изображения. Соответственно располагаются плоскости деталей объекта и плоскости изображения на фотоматериале. Поэтому объект, имеющий некоторую протяженность в глубину, воспроизводится точками, размещенными в разных плоскостях. Изображения по резкости в этих плоскостях различны: наилучшее расположено в плоскости наводки; лежащие вне этой плоскости теряют резкость тем сильнее, чем дальше они от плоскости наводки, так как по мере удаления происходит увеличение диаметра точек.

Однако можно получить удовлетворительно резкое изображение деталей объекта, находящихся ближе или дальше плоскости наводки объектива, но лежащих в пределах опре-

деленных границ — границ глубины резко изображаемого пространства.

Чем дальше от точки съемки и объектива находится плоскость наводки, тем больше глубина резко изображаемого пространства, и наоборот, — эта глубина уменьшается с сокращением расстояния до плоскости наводки. Причем резко изображаемое пространство от плоскости наводки к объективу гораздо меньше, чем от объектива. Например, объектив с фокусным расстоянием 50 мм и относительным отверстием 1 : 2 установлен на расстоянии 10 м; в этом случае передняя граница резкости будет находиться на расстоянии 7,58 м от объектива, а задняя — на расстоянии 14,70 м; общая глубина резко изображаемого пространства будет равна 7,12 м. Если же наводка этим объективом сделана на 3 м, то передняя граница лежит на расстоянии 2,74 м, задняя — на расстоянии 3,32 м; общая глубина резко изображаемого пространства здесь равна всего 0,58 м (за норму резкости принят диаметр кружка рассеяния 0,04 мм).

На величину глубины резко изображаемого пространства влияет относительное отверстие объектива. Чем большее расстояние между передними и задними деталями объекта, тем сильнее следует диафрагмировать объектив, и наоборот, — чем меньше протяженность объекта в глубину, тем с большим световым отверстием можно производить съемку.

Однако чрезмерное диафрагмирование объектива требует соответственного увеличения выдержки при съемке, повышения освещенности объекта или использования более светочувствительного фотоматериала. Кроме того, сильное уменьшение светового отверстия может привести к снижению разрешающей силы объектива.

Большая светосила объектива целесообразна во время съемки при малой освещенности объекта или его быстром движении, а также, если сознательно уменьшают глубину резко изображаемого пространства для того, чтобы отделить сюжетно важную деталь от второстепенных.

Для быстрого определения границ резко изображаемого пространства существует много таблиц, номограмм и калькуляторов. Например, на оправках объективов по обе стороны от индекса шкалы расстояний нанесены дополнительные цифры (рис. 58) со значением диафрагм объектива.

При расчете глубины резко изображаемого пространства может быть принят диаметр кружка рассеяния 0,03;

0,04 и 0,05 мм, поэтому таблицы, калькуляторы и шкалы на оправках объективов при сопоставлении могут не совпадать между собой. Для того чтобы выяснить, из расчета какого диаметра кружка рассеяния нанесена шкала глубины резко изображаемого пространства на объективе, нужно

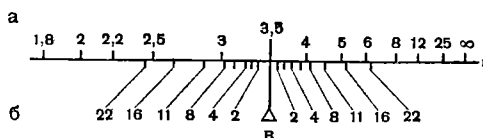


Рис. 58  
Шкалы для определения границ резко изображаемого пространства: *а* — шкала расстояний, *б* — шкала диафрагм объектива, *в* — указатель установки объектива (индекс)

основной индекс установить против знака «∞» шкалы расстояний, затем определить по дополнительному индексу переднюю границу резко изображаемого пространства при каком-либо показателе диафрагмы, после чего по формуле

$$Z = \frac{f^2}{RH}$$

рассчитать диаметр кружка рассеяния.

Знак ∞ (бесконечность) не следует понимать буквально, так как этим знаком обозначают лишь расстояние от объекта съемки, которое обеспечивает резкое изображение всех деталей, расположенных за передней границей объекта. Для объективов разного фокусного расстояния и для разных диафрагм величина ∞ неодинакова. Когда возникает необходимость сфотографировать объект так, чтобы все его детали до самых дальних на изображении воспринимались как резкие, нужно индекс диафрагм поместить против знака «∞», затем по шкале расстояний определить диафрагму для деталей, расположенных на передней границе объекта. Эту границу называют началом бесконечности, или гиперфокальным расстоянием, которое определяется по формуле

$$H = \frac{f^2}{RZ},$$

где *H* — гиперфокальное расстояние; *f* — фокусное расстояние объектива; *R* — знаменатель относительного отверстия (число на шкале диафрагм объектива); *Z* — диаметр кружка рассеяния.

Пользуясь этой формулой, можно определить глубину резко изображаемого пространства для любого объектива. Например, для объектива с фокусным расстоянием 50 мм и диафрагме 4 гиперфокальное расстояние равно 15,6 м, так как

$$H = \frac{(50)^2}{4 \cdot 0,4} \approx 15,6 \text{ м.}$$

Установка объектива на бесконечность ( $\infty$ ) не всегда рациональна, особенно если не все удаленные детали объекта находятся в бесконечности ( $\infty$ ). В этом случае более правильно воспользоваться формулами

$$a_1 = \frac{H}{H+a}; \quad a_2 = \frac{H}{H-a},$$

где  $a$  — расстояние, на которое наведен объектив;  $a_1$  — расстояние до передней границы объекта;  $a_2$  — расстояние до задней границы объекта.

Если объектив с фокусным расстоянием 50 мм, диафрагмой 4 навести на 3 м, то передняя граница резкости равна:

$$a_1 = \frac{15,6}{15,6+3} \approx 2,6 \text{ м,}$$

задняя граница резкости равна:

$$a_2 = 3 \frac{15,6}{15,6-4} \approx 3,7 \text{ м.}$$

В табл. 11 приведены гиперфокальные расстояния (в метрах) для некоторых объективов при диаметре кружка рассеяния 0,04 мм.

Таблица 11

Число диафрагмы объектива	Фокусное расстояние объектива, мм							
	35	50	85	135	180	300	500	1000
	Гиперфокальное расстояние (приблизительно), м							
1,5	20,4	41,7	120,5	—	—	—	—	—
2,0	15,3	31,3	90,2	228	—	—	—	—
2,8	11,0	22,3	64,6	163	289	—	—	—
3,5	8,8	17,9	51,7	130	232	—	—	—
4,0	7,7	15,7	45,2	114	203	562	—	—
5,6	5,5	11,2	32,3	81	145	402	—	—
8,0	3,9	7,9	22,7	57	101	281	781	—
11,0	2,8	5,7	16,5	41	74	205	—	2270
16,0	1,9	3,9	11,4	28	51	141	—	—
22,0	1,5	2,9	8,3	21	37	102	—	—

На резкость изображения оказывают влияние допуски на рабочие отрезки камеры и объектива, особенно при сменных объективах, а также способ наводки объектива на резкость. Согласованность рабочих отрезков зависит от точности изготовления камеры и оправы объектива.

Резкость наводки объектива зависит от конструкции наводящего устройства, его связи с объективом, например, дальномерного устройства.

Кроме того, на резкость изображения влияет прогиб в пленочном канале камеры; вид, размер и усилие прижимного столика, а также тип и форма направляющих устройств для фотоматериала.

Большинство малоформатных фотоаппаратов не рассчитано на съемку мелких объектов в крупном масштабе. Чтобы производить такую съемку, фотоаппараты снабжаются специальными приспособлениями.

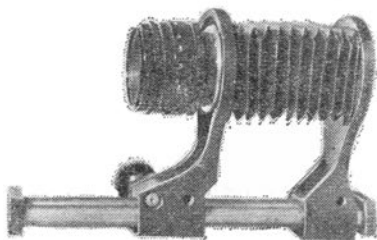


Рис. 59  
Раздвижная приставка к фотоаппарату

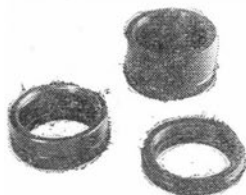


Рис. 60  
Удлинительные кольца

Крупномасштабную съемку наиболее часто производят зеркальными фотоаппаратами, позволяющими наводить объектив на резкость по изображению, видимому в зеркале. При работе с такими фотоаппаратами пользуются *п р и с т а в к о й* (рис. 59), которая позволяет изменять в широких пределах расстояние между камерой и объективом. Минимальное расстояние между камерой и объективом при сложенном мехе равно 50 мм, максимальное растяжение меха равно 170 мм.

Широко применяют и *у д л и н и т е л ь н ы е к о л ь ц а* (рис. 60), которые навинчивают между камерой и объективом. Комплект состоит из нескольких колец, позволяющих получить 15 различных расстояний между камерой и объективом. Эти кольца позволяют снимать в масштабе от 1 : 10,5 до 1 : 1.

Помимо указанных приспособлений при съемке используют насадочные линзы, пригодные для разных типов фотоаппаратов. Это менисковые линзы, помещенные в оправы с резьбой для навинчивания на объектив фотоаппарата. Насадочные линзы уменьшают фокусное расстояние объектива и оцениваются оптической силой — диоптриями ( $D$ ).

Оптическая сила насадочной линзы в диоптриях — обратная величина ее фокусного расстояния, выраженная в метрах и определяемая по формуле

$$D_{\text{л}} = \frac{1}{f_{\text{л}}},$$

где  $D_{\text{л}}$  — оптическая сила линзы (в диоптриях);  $f_{\text{л}}$  — фокусное расстояние линзы (в м).

Фокусное расстояние системы объектив+насадочная линза может быть определено по следующей формуле:

$$f_{\text{с}} = \frac{100 f_{\text{с}}}{100 + f_{\text{о}} D_{\text{л}}},$$

где  $f_{\text{с}}$  — фокусное расстояние системы объектив+насадочная линза (в см);  $f_{\text{о}}$  — фокусное расстояние объектива (в см);  $D_{\text{л}}$  — оптическая сила линзы (в диоптриях).

Для определения масштаба изображения пользуются формулой

$$M = f_{\text{о}} D_{\text{л}}.$$

При съемке с насадочными линзами расстояние до объекта съемки и глубина резко изображаемого пространства не соответствуют полю, наблюдаемому в видоискателе дальномерного фотоаппарата. Для определения расстояния до объекта съемки, глубины резко изображаемого пространства, размера фотографируемого объекта и масштаба съемки пользуются таблицами, прилагаемыми к насадочным линзам.

Необходимость в таблицах отпадает, если насадочные линзы применяются в зеркальных фотоаппаратах, позволяющих видеть фотографируемое изображение.

Насадочная линза на объективе всегда снижает качество получаемого изображения, причем ухудшение изображения тем сильнее, чем больше изменяется фокусное расстояние системы объектив+насадочная линза. Чтобы в какой-то мере уменьшить влияние насадочной линзы

на изображение, объектив диафрагмируют на два-три деления. Применение желто-зеленого светофильтра при съемке на черно-белый фотоматериал улучшает резкость изображения.

### Экспонирование фотоматериала

**Э к с п о з и ц и я** — освещение, которому подвергается фотоматериал во время съемки объекта или печатания изображения. Количественно экспозиция может быть определена по формуле

$$H = Et,$$

где  $H$  — экспозиция;  $E$  — освещенность фотоматериала;  $t$  — продолжительность освещения.

Однако решение задачи по этой простой формуле довольно сложно, так как на сомножители влияют многие факторы. Например, при фотографировании днем освещенность  $E$  зависит от характера объекта съемки, его масштаба, места съемки, времени года и часа дня, погоды, диафрагмы объектива и его светопропускания, кратности светофильтра и пр. Продолжительность освещения  $t$  (выдержка) зависит от светочувствительности фотоматериала, глубины воспроизводимого пространства, скорости движения объекта, направления съемки и т. д.

При фотографировании с искусственными источниками света на величину экспозиции влияют мощность ламп, конструкция осветительных приборов, расстояние ламп до объекта съемки, характер объекта, диафрагма объектива и его светопропускание, глубина воспроизводимого пространства, светочувствительность фотоматериала и др.

Съемка при смешанном освещении (дневной свет + искусственные источники света) еще больше осложняет определение экспозиции.

Наилучший способ определения экспозиции основан на оценке условий съемки фотоэлектрическим экспонометром.

**Фотоэлектрический экспонометр** состоит из светоприемника, ограничителя углового поля зрения, электронизмерительного прибора и счетно-решающего устройства.

**С в е т о п р и е м н и к о м** служит селеновый фотоэлемент (рис. 61) или фоторезистор (рис. 62). В селеновом фотоэлементе под действием света возникает электрический ток. Фоторезистор, обычно сернистокадмиевый, изменяет свое электрическое сопротивление в зависимости от освещенности. Фоторезистор, питаемый от батареи или аккумуля-

мулятора, значительно выше по светочувствительности, чем селеновый фотоэлемент. Это позволяет резко уменьшить угловое поле зрения прибора, что весьма существенно для точности замера объекта съемки.

Селеновый фотоэлемент и фоторезистор неодинаковы по спектральной чувствительности, поэтому они по-разному оценивают цветные объекты. Так же неодинаковы у

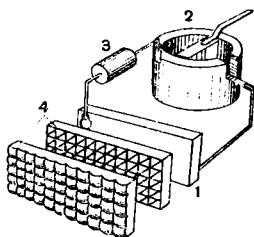


Рис. 61  
Схема фотоэкспонетра с селеновым фотоэлементом: 1 — селеновый фотоэлемент, 2 — гальванометр, 3 — добавочное сопротивление, 4 — ограничитель поля зрения

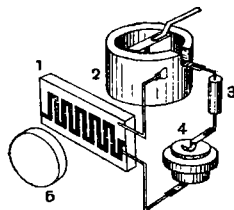


Рис. 62  
Схема фотоэкспонетра с фоторезистором: 1 — фоторезистор, 2 — гальванометр, 3 — добавочное сопротивление, 4 — источник питания, 5 — ограничитель поля зрения

светоприемников утомление и инерционность, под которой понимают запаздывание в установлении постоянного фототока при действии света постоянной интенсивности.

Ограничитель углового поля зрения может быть выполнен в виде простой шахты, шахты с линзой, сотовой шахты, сотовой шахты с линзовым растром и другими устройствами, ограничивающими угол охвата экспонетра. У большинства экспонетров угловое поле зрения равно  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$ . Для измерения освещенности экспонетр имеет насадку из молочного стекла или пластмассы, обеспечивающую угловое поле зрения в  $180^{\circ}$ .

Гальванометр — измерительный прибор с линейной или логарифмической шкалой; он служит для замера фототока. Конструктивно гальванометры могут быть разные. Они оцениваются по чувствительности к электрическому току, механической прочности, устойчивости к воздействию температуры воздуха и его влажности и некоторым другим характеристикам.

Счетно-решающие устройства — различные виды калькуляторов, монограммы, механизмы,

линейки, управляющие затвором фотоаппарата, диафрагмой объектива и т. д.

Фотоэлектрические экспонометры могут быть в виде автономных малогабаритных приборов или устройств, встроенных в фотоаппараты. К автономным приборам относится распространенный фотоэкспонометр «Ленинград 4» (рис. 63).

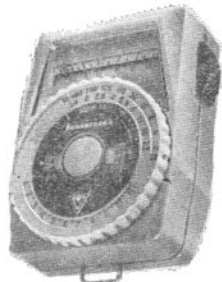


Рис. 63  
Фотоэкспонометр «Ленинград 4»

С помощью фотоэлектрических экспонометров определяют экспозицию, измеряя яркость или освещенность объекта.

Измерение общей (средневзвешенной) яркости объекта осуществляют экспонометром, расположенным перед фотоаппаратом и направленным на объект (рис. 64). Этим способом определяют экспозицию для равномерно освещенных объектов, имеющих небольшой интервал яркостей (например, летний пейзаж в средней полосе нашей страны).

Однако при измерении общей яркости нередко бывают ошибки в экспозиции. Экспозиция может быть заниженной, если при замере угловое поле зрения экспонометра больше углового поля зрения объектива или если площадь ярких деталей объекта больше темных деталей (лыжник на снежном поле, группа людей на фоне яркого неба и т. д.). И наоборот, экспозиция может быть завышенной, если в объекте фон был темным, а сюжетно важные детали — мелкие и светлые.

При измерении общей яркости объекта необходимо стремиться к тому, чтобы большие поверхности высокой яркости, например светлое небо, не действовали на светоприемник экспонометра. Поэтому при замере пейзажа с ярким небом экспонометр опускают книзу, направляя его на середину между точкой съемки и линией горизонта. Особенно нужно следить за углом зрения экспонометра, если на переднем плане объекта размещены источники света. Не менее важно совпадение угловых полей зрения у экспонометра и у объектива фотоаппарата. Это требование трудно соблюсти при пользовании сменными объективами, разными по фокусному расстоянию. Ошибки в оценке условий будут тем значительнее, чем больше несовпадение угловых полей зрения.

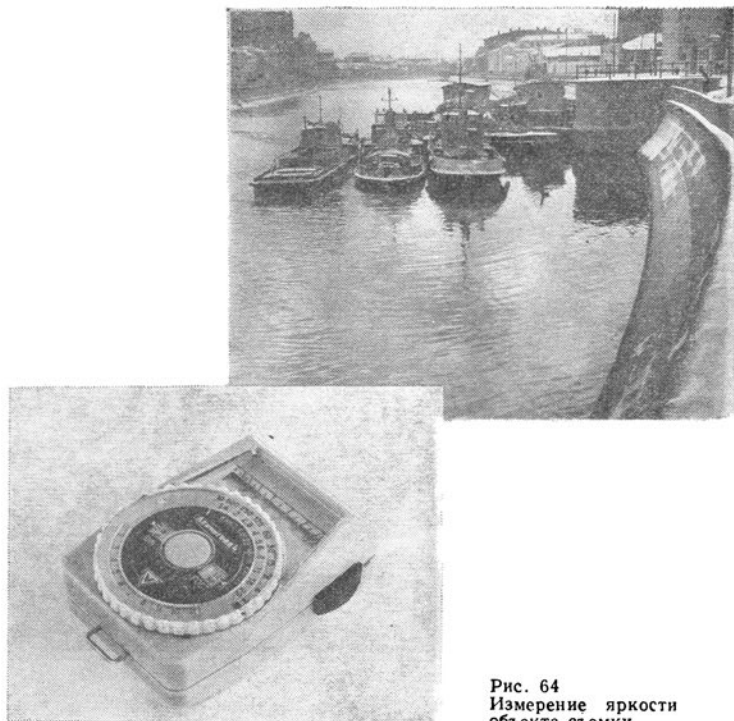


Рис. 64  
Измерение яркости  
объекта съемки

Измерение освещенности объекта ведут экспонометром, у которого светоприемник перекрыт рассеивающей насадкой. При этом способе экспозицию определяют по максимальной освещенности сюжетно важной детали объекта съемки. Экспонометр устанавливают в непосредственной близости к этой детали, а светоприемную часть прибора направляют в сторону основного источника света (рис. 65). Благодаря применению рассеивающей насадки угловое поле зрения экспонометра оказывается настолько большим, что при замере автоматически учитывается действие не только основного источника света, но и подсветки.

Замер освещенности можно производить около фотоаппарата в том случае, если объект съемки и фотоаппарат освещаются одинаково. Такое освещение имеет место во время съемки объекта, расположенного на открытой площадке, освещенной дневным светом.



Рис. 65  
Измерение освещенности объекта съемки

Однако способ замера по освещенности не является универсальным для всех объектов и любых условий освещения. Например, если объект светлый или находится в отдалении, к показанию экспонометра необходимо сделать поправку, убавив  $1\frac{1}{2}$  значения диафрагмы объектива. Если же объект темный, экспозицию следует увеличить на  $1\frac{1}{2}$  значения диафрагмы объектива.

При съемке очень контрастного объекта экспозицию следует определять по замеру наиболее важной части объекта.

Измерение яркости одной детали объекта производят экспонометром с угловым полем зрения, при котором замеряется только нужная деталь. Для этого экспонометр устанавливают на расстоянии, равном размеру детали.

Расчет экспозиции по результатам измерения сюжетно важной детали обеспечивает для большинства объектов

оптимальное воспроизведение не только этой детали, но и всех прочих.

Если объект фотографируют при очень низкой освещенности или его сюжетно важная деталь мала и трудно измеряема, используют серый эталон, представляющий собой кусок картона, окрашенный серой матовой краской, с коэффициентом отражения 0,2. Серый эталон устанавливают вблизи детали, по которой необходимо определить экспозицию для съемки объекта.

Экспонетром можно измерить интервал яркости объекта, контраст освещения и некоторые другие характеристики. Чем больше интервал яркости объекта, сложнее его освещение, выше контрастность светочувствительного материала или меньше фотографическая широта, тем точнее должна быть определена экспозиция для съемки. Особенно точной экспозиции требует съемка на обрабатываемые фотоматериалы, которые имеют высокую контрастность, малую фотографическую широту и не допускают исправления во время их обработки.

Однако экспонетр не может заменить человека, так как только визуальная оценка позволяет решить, выразительно ли освещен объект, хорошо ли выявлены его формы, эффектен ли свет и т. д. Экспонетр дает лишь количественные характеристики условий съемки.

**С в е т о ф и л ь т р** — оптическая среда, которая действует на фотоматериал во время съемки. Действие светофильтра основано на поглощении части лучистой энергии веществом, введенным в светофильтр. Он может быть цветным, серым, поляризационным и др.

Светофильтры представляют собой круглую или прямоугольную плоскопараллельную пластинку, сделанную из однородного стекла, без пузырей, царапин и других дефектов, которые могут отрицательно влиять на качество фотографического изображения. Для окрашивания стекла в его массу вводят соли хрома, кобальта, никеля, марганца и т. д. Иногда между двух бесцветных стеклянных пластинок помещают окрашенные желатиновые или пластмассовые пленки. Такой светофильтр под действием света легко выцветает. Светофильтр, изготовленный из стекла, окрашенного в массу, выцветает медленнее и по-разному, в зависимости от природы вещества, введенного в стекло. Любые светофильтры следует оберегать от действия света.

Светофильтр может быть установлен во время съемки перед объективом, сзади него или между линзами. Чаще

светофильтр помещают перед объективом. В этом случае недостатки светофильтра и его толщина не скажутся на резкости изображения. Однако вследствие преломления света стеклом светофильтра объект, сфотографированный в натуральную величину или еще крупнее, может оказаться недостаточно резким, если наводку объектива производить без светофильтра, а съемку — со светофильтром.

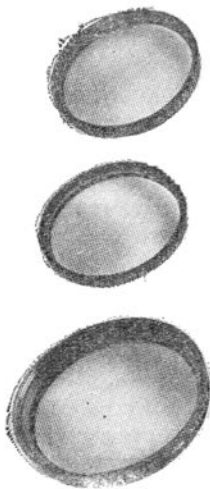


Рис. 66  
Цветные светофильтры

Некоторые светофильтры несколько снижают контраст изображения из-за люминесценции, возникающей под действием коротковолнового излучения.

Отечественные светофильтры изготовляют в оправках со стандартной резьбой, обеспечивающей надежное их крепление на оправе объектива (рис. 66).

Любой светофильтр всегда поглощает какую-то часть света. Чтобы при съемке со светофильтром серые детали изображения оказались равными по плотности, в изображении, полученном без светофильтра, необходимо увеличивать экспозицию. Число, показывающее, во сколько раз надо увеличить экспозицию во время съемки со светофильтром, называют *кратностью* ( $q$ ) светофильтра.

Кратность можно определить многими способами, например при помощи экспонogramмы, содержащей серию изображений нейтрально-серой таблицы, сфотографированной без светофильтра и со светофильтром. Эти изображения делают с несколькими разными экспозициями в строго определенном порядке. Сопоставлением изображений, имеющих одинаковую плотность, устанавливают кратность испытуемого светофильтра. Этот показатель будет правильным лишь для условий съемки, при которых была получена экспонogramма. Если таблицу экспонировать при различном по спектральному составу света или на разных по цветочувствительности фотоматериалах, кратность светофильтра может оказаться разной. Так, кратность светлоредного светофильтра при дневном освещении окажется выше, чем при съемке вечером, так как в вечерние часы доля красных лучей больше, чем синих, задерживаемых этим светофильтром. Еще сильнее изменится кратность светло-

красного светофильтра во время съемки при дневном освещении и при лампах накаливания.

Следовательно, кратность светофильтра — величина непостоянная. Помимо цвета и плотности светофильтра кратность зависит от спектрального состава света, освещающего объект, и светочувствительности фотоматериала, на который производят съемку.

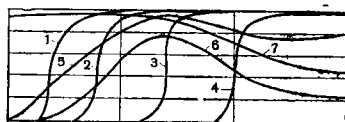
Чтобы определить экспозицию при съемке со светофильтром, нужно уменьшить число светочувствительности фотоматериала на показатель кратности светофильтра. Например, предполагается снимать на пленку «Фото-130» со светофильтром, имеющим кратность 2,8. В этом случае практическую светочувствительность фотопленки определяют так:

$$\frac{S}{q} = \frac{130}{2,8} \approx 45 \text{ ед. ГОСТа.}$$

Следовательно, при определении экспозиции светочувствительность фотоматериала оценивают в 45 ед. ГОСТа вместо 130 ед. ГОСТа, обозначенных на фотоматериале. Причем экспозиция должна быть определена точно, так как чем больше переэкспонирован фотоматериал, тем менее будет заметно действие светофильтра на изображение. На качество изображения влияет и недостаточная экспозиция, поэтому особо важные сюжеты полезно фотографировать с несколькими экспозициями.

**Цветной светофильтр**, избирательно поглощая лучи света, уменьшает действие этих лучей на светочувствительный слой фотоматериала и таким образом регулирует внутрикадровую экспозицию во время съемки. Цветной светофильтр характеризуется коэффициентом пропускания света для каждой длины волны  $\lambda$ .

На рис. 67 приведены кривые спектрального пропускания некоторых отечественных светофильтров. По этим кривым пропускания можно подобрать светофильтр для каждого конкретного случая съемки. Причем следует помнить, что светофильтр на изображении осветляет детали собственного цвета и притемняет детали дополнительного цвета. Действие светофильтра будет тем сильнее, чем интенсивнее по цвету деталь объекта.



400

700

Рис. 67  
Кривые пропускания цветных светофильтров: 1 — Ж-1,4; 2 — Ж-2; 3 — О-2,8; 4 — К-5,6; 5 — ЖЗ-1,4; 6 — ЖЗ-2; 7 — Г-1,4

Съемка с цветными светофильтрами позволяет в черно-белом изображении приблизить тоновоспроизведение объекта к восприятию его глазом наблюдателя; исказить тонопередачу по творческим или техническим соображениям; устранить или усилить влияние дымки при съемке объекта; сделать детали какого-либо цвета в объекте съемки воспроизводимыми; выявить невидимые глазом детали в объекте и т. д.

При цветном изображении светофильтры позволяют привести освещение объекта съемки по цветовой температуре, на которую балансирован цветной фотоматериал, изменить соотношение цветов в объекте и т. д.

Пользуясь светофильтром, необходимо учитывать, что контраст изображения в некоторой степени зависит от кривой пропускания светофильтра.

При съемке на изопанхроматический черно-белый фотоматериал применяются следующие светофильтры:

**ж е л т ы е**, пропускающие зеленые, желтые, оранжевые и красные лучи, частично или полностью задерживающие фиолетовые, синие и голубые. Степень поглощения этих лучей зависит от плотности светофильтра. Желтые светофильтры при съемке пейзажа ослабляют лучи от синего неба и улучшают воспроизведение облаков. При фотографировании зимнего пейзажа, освещенного солнцем, можно получить отличный снимок с проработанными тенями на снегу. Воздушная дымка небольшой плотности легко устраняется желтыми светофильтрами. Они смягчают контраст, если тени на лице освещены желтоватым светом, отраженным от стен дома, асфальта, земли и других поверхностей, защищенных от света неба навесом, широкополой шляпой и т. д. Наоборот, контраст в изображении усиливается с применением желтых светофильтров летом в полдень. Этими светофильтрами почти не пользуются при съемке в лесу, так как они, не оказывая влияния на воспроизведение зеленой растительности, существенно изменяют передачу неба. Лишь при съемке людей в лесу желтые светофильтры несколько снижают контраст освещения лица и улучшают воспроизведение фактуры кожи. Желтые светофильтры, особенно плотные, при высокогорных съемках дают изображение с черным небом;

**ж е л т о - з е л е н ы е с в е т о ф и л ь т р ы** имеют кривую спектрального пропускания, близкую к кривой спектральной чувствительности глаза, что делает эти светофильтры наиболее часто применяемыми. Они особенно

пригодны для съемки пейзажей с богатой зеленой растительностью, которую воспроизводят в светлых, хорошо различных тонах. При портретной съемке эти светофильтры подчеркивают загар кожи, оттеняют губы, но несколько усиливают голубые глаза. Желто-зеленые светофильтры необходимы во время съемки на фотопленках, имеющих повышенную чувствительность к красной зоне спектра, и если нужно повысить проработку деталей зеленого цвета. Следует лишь учитывать, что кратность светофильтров увеличивается при освещении объекта лампами накаливания;

о р а н ж е в ы е   с в е т о ф и л ь т р ы пропускают желтые, зеленые, оранжевые и красные лучи, поэтому детали, имеющие эти цвета, будут на изображении светлыми. Такими светофильтрами пользуются во время съемки зимнего пейзажа в солнечную погоду, чтобы получить мягкие тени на снегу. В середине дня зимой оранжевые светофильтры повышают контраст в изображении. В пасмурную погоду эти светофильтры применяют в очень редких случаях, например когда небо совершенно белое и зелень темная. Оранжевые светофильтры устраняют воздушную дымку при съемке удаленных объектов. Однако отсутствие воздушной дымки может сделать изображение сухим, с излишней резкостью деталей. Эти светофильтры подчеркивают облачность, часто воспроизводят небо грозным, если оно было синим. При портретной съемке оранжевые светофильтры скрадывают веснушки и пятна на коже, но лицо будет казаться бледным. С помощью этих светофильтров можно получить четкие изображения чертежей, сделанных на синьке;

к р а с н ы е   с в е т о ф и л ь т р ы прозрачны лишь для красных лучей, так как почти полностью поглощают остальные видимые лучи, вследствие чего детали, имеющие эти цвета, на изображении получаются излишне темными, а красные — чрезмерно светлыми, что часто приводит к значительному тоноискажению объекта. Например, при съемке пейзажа на изображении небо может оказаться черным с резко выделяющимися белыми облаками. Поэтому, если хотят получить изображение пейзажа «под ночь», съемку ведут через плотный красный светофильтр. Эти светофильтры во время съемки удаленных объектов полностью устраняют воздушную дымку, в результате чего на изображении появляются детали пейзажа, обычно неразличимые глазом. Съемка с красным светофильтром

человека с веснушками и пятнами на коже позволяет получить портрет, на котором эти дефекты не будут видны. Вместе с тем на снимке будут плохо различимы губы. Красными светофильтрами широко пользуются при цветоделительных процессах, при репродуцировании документов и т. д.;

голубые светофильтры понижают действие желтых, оранжевых и красных лучей на фотоматериал. Эти лучи тем больше поглощаются, чем длиннее их волны. Голубые светофильтры усиливают впечатление дымки в пейзаже и позволяют получить изображение с пониженным контрастом. Например, утром и вечером голубые светофильтры, поглощающие длинноволновую часть спектра, уменьшают яркость солнца, что эквивалентно увеличению яркости наземных деталей, в результате изображение оказывается менее контрастным. Чтобы в портрете не получились слишком светлая кожа и бледные губы, при съемке на пленку с повышенной чувствительностью к красной зоне спектра используют голубой светофильтр. Если чертеж выполнен черной тушью на голубой миллиметровой бумаге, то, фотографируя через голубой светофильтр, получится изображение, на котором будет черный рисунок на белом фоне.

В целях приближения освещения объекта съемки по спектральному составу к балансу светочувствительных слоев цветного обрабатываемого фотоматериала применяют специальные светофильтры (табл. 12). По кривым спектрального пропускания они существенно отличаются от светофильтров, которые применяют при черно-белой съемке. Ими можно пользоваться и при цветной съемке. Обычно из комплекта берут лишь два светофильтра: о р а н ж е в ы й, если съемку ведут при дневном освещении, используя фотоматериал, балансированный под свет ламп накаливания (тип Л), и п л о т н о - г о л у б о й, если снимают при лампах накаливания на фотоматериал, балансированный под дневной свет (тип Д).

Цветные светофильтры, рассчитанные на черно-белые и цветные фотоматериалы, по творческим или техническим соображениям иногда применяют иначе, чем это рекомендовано для обычных случаев съемки;

у л ь т р а ф и о л е т о в ы й с в е т о ф и л ь т р не прозрачен для ультрафиолетовых лучей и одинаково прозрачен для всего видимого спектра.

Цвет свето- фильтра, уст- раняющего отклонение от баланса в цветном изображении	Тип фото- мате- риа- ла	Цель применения светофильтра	Цветовая температура при освещении объекта (прибли- зительно), °К
Светло-го- лубой	Д	Устранить слабо-красный отте- нок, возникающий при утрен- нем и вечернем солнечном ос- вещении	5000—5200
Голубой	Д	Устранить бронзовый оттенок на лице, появляющийся при красноватом вечернем осве- щении	4100—4300
Голубой	Л	Получить эффект освещения перекальными лампами при съемке с обычными лампами накаливания	2800—3200
Плотно-го- лубой	Д	Подогнать состав света ламп накаливания к дневному осве- щению	2800—3200
Светло-жел- тый	Л	Получить эффект освещения обычными лампами при съемке с перекальными лампами	3100—3400
Светло-жел- тый	Д	Устранить легкий синеватый оттенок, возникающий при съем- ке неба, затянутого тучами	6700—6900
Желтый	Д	Устранить синюю окраску, по- являющуюся при освещении летним солнцем на облачном небе. Ослабить синий оттенок при съемке с импульсной лам- пой	6500—6600
Плотно-жел- тый	Д	Подогнать к нормальному осве- щению свет, образуемый об- лачным небом. Устранить ок- раску деталей в тени и внутри помещения, когда нет искусст- венного освещения	8300—8400
Оранжевый	Л	Подогнать дневной свет к свету ламп накаливания	5400—6000
Розовый	Д	Ослабить сине-зеленый оттенок при съемке в очень пасмурную погоду под деревьями	16 500—16 700

При съемке снежных пейзажей, в горах, на море и т. д. ультрафиолетовые лучи, действуя на фотоматериал, снижают резкость изображения, а на цветном фотоматериале — придают изображению синий тон. Степень действия ультрафиолетовых лучей зависит от высоты над уровнем моря, чистоты воздуха и других причин. Обычно чем выше в горах, тем активнее ультрафиолетовое излучение, поэтому тем обязательнее применение ультрафиолетового светофильтра, особенно во время съемки на высоте больше 2000 м.

Фотографируя с ультрафиолетовым светофильтром горный пейзаж на черно-белый фотоматериал, изображение получают со светло-серым небом вместо совершенно белого при съемке без светофильтра и черного — при съемке с цветным светофильтром.

Ультрафиолетовый светофильтр во время съемки на цветной фотоматериал предохраняет изображение от окраски в синий тон.

Экспозицию со светофильтром следует увеличивать лишь при съемке на большой высоте, например выше 2000 м, когда экспозиция должна быть вдвое больше рассчитанной по экспонометру;

с е р ы й с в е т о ф и л ь т р, называемый также н е й т р а л ь н ы м, или н е й т р а л ь н о - с е р ы м, предназначен для ослабления в равной степени всех видимых лучей света. Такой светофильтр применяют, если из-за чрезмерной освещенности объекта нельзя получить нормально экспонированное изображение; при наименьшей диафрагме объектива и при наивысшей скорости затвора, или если необходимо уменьшить экспозицию при выбранных диафрагме объектива и выдержке затвора.

Визуально кажущийся серым, светофильтр неодинаково действует на различные лучи видимого спектра и некоторую часть ультрафиолетового, вследствие чего сфотографированный с серым светофильтром объект на цветном фотоматериале может оказаться воспроизведенным со значительным искажением.

По плотности серый светофильтр бывает разным. Наиболее часто применяются серые светофильтры, требующие 4-кратного увеличения экспозиции;

п о л я р и з а ц и о н н ы й с в е т о ф и л ь т р состоит из тонкой пленки, содержащей специальное вещество, обладающее способностью гасить поляризованный свет. Эту пленку заклеивают между двумя плоскопараллельными

стеклами. Светофильтр выпускается в оправе, на лицевой стороне которой есть две красные точки, указывающие направление плоскости поляризации. Эта оправа вращается в другой, неподвижной оправе, надеваемой на объектив фотоаппарата (рис. 68).

Поляризационным светофильтром устраняют или ослабляют отражения и рефлексы от стекла, эмали, пластмассы, асфальта, жидкостей и других неметаллических поверхностей. Например, при съемке можно совсем убрать или ослабить блик от стекол очков, мешающих видеть глаза; отражение неба в оконных стеклах зданий или на воде; рефлексы, затрудняющие рассматривание застекленных картин или вещей в витринах, и т. д.; при фотографировании пейзажа — затемнить небо, сделать более четкими белые облака, повысить насыщенность цвета неба на цветном фотоматериале, изменить яркость отдельных деталей в объекте.

Степень гашения поляризованного света зависит от положения светофильтра по отношению к отражающей поверхности. Угол поворота светофильтра для каждого объекта необходимо подбирать довольно точно. Наиболее легко установить светофильтр в зеркальном фотоаппарате. В этом случае, наблюдая через зеркало на матовом стекле за объектом съемки, надетый на объектив поляризационный светофильтр поворачивают до тех пор, пока не достигнут нужного эффекта в изображении.

При съемке фотоаппаратом, в котором нельзя видеть изображение на матовом стекле, светофильтр сначала устанавливают перед видоискателем, затем медленно его поворачивают и находят положение, которое необходимо для данной съемки, после чего светофильтр переносят на объектив, соблюдая тот же угол поворота.

Поляризационный светофильтр при съемке пейзажа не изменяет цветопередачу деталей, расположенных на переднем плане объекта; не влияет на яркость этих деталей при затемнении неба и позволяет получить любое затемнение неба. Максимальное затемнение будет тогда, когда солнце находится под прямым углом к оптической оси объектива; наименьшее затемнение — при съемке против солнца, по направлению солнечных лучей и когда небо покрыто облаками. На силу затемнения неба оказывает влияние атмо-

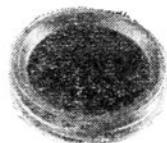


Рис. 68  
Поляризационный  
светофильтр

сфера и положение солнца во время съемки, так как при съемке на фотоматериал действует и неполяризованный, рассеянный небом свет, которого может быть около 15% даже при максимальном затемнении светофильтром.

Несмотря на большие возможности, создаваемые поляризационным светофильтром, применять его следует весьма осмотрительно, потому что для многих объектов изображение без бликов будет обедненным, пригодным лишь для снимков технического характера. Неумелое пользование светофильтром может быть причиной значительного искажения объекта. Например, при фотографировании в горах небо часто оказывается на снимке почти черным; изображение на цветном фотоматериале — с коричневым оттенком и т. д.

Бесполезно применять светофильтр при съемке в пасмурную погоду, при фотографировании ночных сюжетов, водной поверхности, освещаемой низким солнцем, и в других случаях, когда свет мало поляризован или совсем не поляризован.

Поляризационные светофильтры имеют светопропускание от 32 до 40%, степень поляризации света — не менее 98%, кратность — от 2,8 до 4;

инфракрасный светофильтр пропускает только невидимые глазом инфракрасные лучи.

Применение инфракрасного светофильтра возможно лишь при съемке на фотоматериале, очувствленном к инфракрасным лучам. Посредством этих светофильтров производят съемку удаленных пейзажей, получают изображения с эффектом ночного освещения при съемке днем и т. д.

При съемке с инфракрасным светофильтром наводка объектива на резкость отличается от обычной, так как инфракрасное изображение оказывается за плоскостью видимого изображения и потому может быть нерезким. Величина смещения изображений будет тем больше, чем длиннее фокусное расстояние объектива или чем ближе фотоаппарат к объекту съемки. Это смещение обычно не учитывают, если съемку удаленных объектов ведут объективами, установленными на бесконечность и имеющими фокусное расстояние меньше 75 мм. В этом случае диафрагмирование объектива до 1:8—1:11 обеспечивает необходимую резкость изображения.

Кратность инфракрасного светофильтра зависит от его плотности, степени сенсibilизации к инфракрасному излу-

чению фотоматериала, атмосферных условий и многих других причин. Во время фотографирования при естественном освещении, в зависимости от применяемого светофильтра, фотоматериала и условий съемки, может потребоваться экспозиция, увеличенная в 10, 100, 1000 и больше раз по сравнению с экспозицией на изопанхроматический фотоматериал без светофильтра. Поэтому кратность инфракрасного светофильтра и экспозицию определяют путем пробных съемок.

## **СКРЫТОЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ**

В процессе съемки или печатания изображение объекта проецируется на фотоматериал, в светочувствительном слое которого образуется **с к р ы т о е** фотографическое изображение.

Природа скрытого фотографического изображения сложна и до конца не выяснена. Установлено, что это изображение состоит из весьма малых частичек металлического серебра, имеющих всего несколько атомов, вкрапленных в микрокристаллы галогенида серебра и как бы пунктиром рисующих объект съемки в светочувствительном слое фотоматериала.

По весьма упрощенной схеме скрытое фотографическое изображение создается в три этапа:

в п е р в о м — при начальном экспонировании светочувствительного слоя в микрокристаллах галогенида серебра образуются **ц е н т р ы** скрытого фотографического изображения. Эти центры очень малы и нестабильны. Сохранение возникших центров возможно лишь при их дальнейшем росте;

в о в т о р о м — при продолжающемся действии света во время экспонирования происходит рост центров, и они приобретают должную стабильность, но центры эти еще недостаточно велики. Частицы, образовавшиеся во время второго этапа, принято называть **с у б ц е н т р а м и**;

в т р е т ь е м — происходит завершение экспонирования светочувствительного слоя с доращиванием субцентров до размера частиц, способных проявляться.

Разумеется, границы между тремя этапами образования скрытого фотографического изображения весьма условны и зависят от многих факторов.

Центры скрытого фотографического изображения могут быть расположены как на поверхности микрокристаллов галогенида серебра, так и внутри. Кратковременное действие света высокой интенсивности приводит к образованию большого числа мелких центров скрытого фотографического изображения на поверхности и в глубине микрокристалла. Длительное действие света малой интенсивности способствует появлению крупных центров скрытого фотографического изображения в основном на поверхности микрокристаллов. Размещение центров влияет на последующие процессы.

Образование скрытого фотографического изображения в цветном фотоматериале идентично изображению, возникшему в черно-белых фотоматериалах, лишь различно сенситивлизированных.

Одним из основных законов фотохимии является закон взаимозаменяемости, по которому следует, что количество вещества, образовавшегося в результате фотохимической реакции, зависит от произведения освещенности  $E$  на время действия света  $t$ . Из этого закона следует, что при одинаковой экспозиции, независимо от того, как эта экспозиция получена (при большой освещенности и малой выдержке или при малой освещенности и длительной выдержке), скрытое фотографическое изображение должно быть одинаковым.

В действительности закон взаимозаменяемости для фотоматериалов справедлив лишь в некоторых пределах, так как замечена неравноценность одинаковых экспозиций (например, при съемке с электронно-импульсной лампой, которая дает большую освещенность и, следовательно, требует короткой выдержки, или при съемке с лампами накаливания, которые дают малую освещенность и требуют длительной выдержки). Отклонения от закона взаимозаменяемости наблюдаются и при других условиях экспонирования — при прерывистом или непрерывном действии света (например, при съемке на один кадр нескольких объектов: вспышек молний, фейерверков и др.).

Степень отклонения от закона взаимозаменяемости зависит не только от вида экспозиции, но и от свойств фотоматериала. При равных экспозициях на разных светочувствительных слоях отклонение может быть различным, что, например, часто сказывается на балансе цветного фотоматериала, имеющего несколько разных по свойствам фотографических эмульсий.

На образование скрытого фотографического изображения влияет температура воздуха, при которой ведется съемка. В зависимости от температуры происходит изменение светочувствительности фотоматериала. Замечено, что с понижением температуры при съемке с короткими выдержками (0,001 сек) светочувствительность фотоматериала оказывается ниже. Так, при температуре  $-20^{\circ}$  светочувствительность снижается в два-три раза. Наоборот, повышение температуры приводит к увеличению светочувствительности. При съемке с выдержкой 0,001 сек при температуре  $+60^{\circ}$  светочувствительность материала увеличивается в два-три раза по сравнению с числом, обозначенным на упаковке.

Если съемка ведется с длительными выдержками (в несколько минут), то понижение температуры до  $-20^{\circ}$  увеличивает светочувствительность фотоматериала в два-три раза, а повышение температуры до  $+60^{\circ}$  приводит к снижению светочувствительности фотоматериала в два-три раза.

Следовательно, светочувствительность фотоматериала, которая определяет образование скрытого фотографического изображения, зависит от условий экспонирования фотоматериала и от его свойств.

Температура воздуха влияет и на светочувствительность фотоматериала, причем неодинаково к различным длинам волн. Изменение температуры больше сказывается на чувствительности фотоматериала к желто-красной и инфракрасной части спектра. Это свойство следует учитывать при съемке на морозе со светофильтрами. Например, если общая светочувствительность фотоматериала из-за мороза понижается в два-три раза, то с применением желтого или оранжевого светофильтра она снизится в четыре-пять раз. Чувствительность фотоматериала к желто-красной части спектра уменьшается даже в том случае, если общая светочувствительность выше, вследствие съемки с очень длительными выдержками. Эти изменения в некоторой степени зависят от того, каким проявляющим раствором, поверхностным или глубинным, обрабатывали фотоматериал.

#### **Разрушение скрытого фотографического изображения**

Скрытое фотографическое изображение может сохраняться годами или разрушаться в течение месяцев, дней и даже часов. Сохранность и разрушение скрытого фотографического изображения зависят от свойств фотоматериала и условий хранения.

Разрушение скрытого фотографического изображения, называемое фоторегрессией, вызывается рядом взаимосвязанных и сложных процессов. Причем степень фоторегрессии неодинакова: в одних случаях она едва заметна, в других — приводит к полному исчезновению изображения.

Фоторегрессии особенно подвержены низкочувствительные и мелкозернистые материалы, в том числе позитивные. Наиболее сильное действие фоторегрессии в первые дни, иногда и в первые часы хранения экспонированного фотоматериала. С повышением температуры и влажности воздуха фоторегрессия усиливается, и наоборот, — с понижением температуры фоторегрессия замедляется или полностью останавливается.

В процессе хранения экспонированного фотоматериала происходит разрушение части центров скрытого фотографического изображения, из-за чего уменьшается вероятность проявления микрокристаллов галогенида серебра.

Первоначально разрушаются малоэкспонированные детали изображения, так как мелкие центры скрытого фотографического изображения по сравнению с крупными центрами разрушаются быстрее. Чем выше чувствительность микрокристаллов, тем стабильнее в них центры и тем меньше они подвержены фоторегрессии.

При хранении экспонированного фотоматериала в присутствии сероводорода, аммиака, перекиси водорода, формальдегида и им подобных веществ центры скрытого фотографического изображения могут вступать в химические реакции с ними и образовывать соединения серебра, которые перестают служить центрами проявления изображения.

В целях предупреждения фоторегрессии следует избегать хранения экспонированного фотоматериала при высокой температуре и повышенной влажности воздуха, а также соседства агрессивных веществ. При работе во влажном и жарком климате экспонированный фотоматериал необходимо хранить в коробке, обклеенной двумя-тремя витками липкой ленты. В коробку целесообразно также поместить марлевый мешочек с силикагелем или другим влагопоглощающим веществом.

При неблагоприятных условиях хранения фотоматериала рекомендуется сокращать сроки между его экспонированием и проявлением.

Известно разрушение скрытого фотографического изображения, названное эффектом Гершеля, которое происходит в том случае, если на фотоматериал действует излучение с длиной волны большей, чем при первоначальном экспонировании. Например, может произойти ослабление скрытого фотографического изображения или полное его разрушение до такой степени, что фотоматериал можно вторично использовать для экспонирования, если фотобумагу, диапозитивные фотопластинки или другие несенсибилизированные фотоматериалы сильно осветить красным светом. Начинается разрушение с сильно экспонированных деталей, вследствие чего снижается контраст изображения.

Учитывая эффект Гершеля, экспонированный фотоматериал следует оберегать от облучения цветным светом, чтобы не разрушить скрытое фотографическое изображение.

Известно явление, называемое соляризацией, при котором после съемки и обработки фотоматериала вместо негативного изображения получается позитивное. Например, нить электрической лампы воспроизводится меньшими почернениями, чем другие, менее яркие детали.

Соляризация наблюдается при чрезмерно больших экспозициях внутри кадра за счет яркости деталей в объекте или при съемке с выдержкой в несколько минут на ярком солнце.

Причины соляризации очень сложны и полностью не выяснены. При сильно завышенных экспозициях в светочувствительном слое возникают настолько большие центры скрытого фотографического изображения, что на его серебряных частичках образуется защитная пленка из бромистого серебра, мешающая процессу проявления. В этом случае микрокристаллы галогенида серебра с дефектными центрами при проявлении не восстанавливаются в металлическое серебро и вместо почернений соответствующие участки на фотоматериале окажутся прозрачными.

Степень соляризации у разных фотоматериалов неодинакова. Она зависит от технологии изготовления фотоматериала и процесса его проявления.

Частичное устранение соляризации чрезмерно экспонированного светочувствительного слоя может быть достигнуто длительной обработкой фотоматериала в глубинном проявляющем растворе. В этом растворе должно быть по-

вышенное количество сульфита натрия или другого растворителя галогенида серебра, способного разрушить защитную пленочку и обнажить центры скрытого фотографического изображения. В результате такой обработки центры скрытого изображения в микрокристаллах станут способными к проявлению.

#### **Усиление скрытого фотографического изображения**

Скрытое фотографическое изображение до проявления фотоматериала можно усилить и получить по плотности такое видимое изображение, которое идентично изображению, сделанному на более светочувствительном фотоматериале.

Процесс усиления скрытого фотографического изображения называется л а т е н с и ф и к а ц и е й.

Латенсификацию осуществляют купанием фотоматериала в специальных растворах, обработкой парами ртути или дополнительным освещением экспонированного светочувствительного слоя.

При латенсификации экспонированного фотоматериала растворами, содержащими перекись водорода, аммиак, соли золота или другие подобные вещества, происходят различные явления. Например, перекись водорода действует как слабый восстановитель галогенида серебра; золото — частично замещает серебро в центрах скрытого фотографического изображения и тем самым увеличивает начальную скорость проявления и т. д. Латенсифицирующие растворы действуют на поверхностные центры скрытого фотографического изображения.

Во время латенсификации фотоматериала парами ртути происходит адсорбция ртути на центрах скрытого фотографического изображения, в результате чего они усиливаются. Степень усиления зависит от условий, при которых обработан фотоматериал парами ртути. Чтобы определить эти условия, необходимо сделать пять экспонogramм и поместить их в коробки, имеющие по маленькому сосуду с несколькими каплями ртути. Эти коробки, хорошо заклеенные по борту липкой лентой, следует выдержать в термостате при температуре 35—40° в течение 20, 40, 60, 80 и 100 мин или в комнате при температуре 17—21° в течение одного-пяти дней. Затем по строго одинаково обработанным экспонogramмам выбрать оптимальный режим латенсификации. При выборе экспонogramм нужно обращать особое внима-

ние не только на общую плотность изображения, но и на проработку слабо экспонированных деталей.

Латенсификация с помощью дополнительного освещения основана на том, что это освещение достраивает те центры скрытого фотографического изображения, которые из-за малого экспонирования не обеспечивали получение нормального изображения при проявлении фотоматериала. По этому способу фотоматериал после его экспонирования освещают так, чтобы проявленное изображение оказалось достаточной плотности и не имело повышенной вуали. Многочисленные исследования показали, что эффективно латенсификация оказывается лишь при длительном освещении — от 10 до 30 мин.

Режим латенсификации удобно определять по экспонogramмам, сделанным на испытуемом фотоматериале. Экспонogramмы в темной комнате освещают слабым источником света, расположенным на значительном расстоянии от светочувствительного слоя, чтобы засветка была равномерной. Продолжительность освещения экспонogramм может быть от 10 до 30 мин. Дополнительно освещенные экспонogramмы обрабатывают при строго одинаковых условиях. Рассматривая экспонogramмы и сопоставляя их, устанавливают, на сколько усилилось скрытое фотографическое изображение и какая оказалась практическая светочувствительность фотоматериала.

Путем латенсификации цветного фотоматериала можно усилить скрытые фотографические изображения и даже сбалансировать частичные изображения. В этом случае фотоматериал дополнительно освещают через соответствующие цветные светофильтры.

Почти при всех способах латенсификации происходит неодинаковое усиление скрытого фотографического изображения: меньшее — для ярких деталей и большее — для темных деталей. В этой связи несколько понижается контраст изображения, поэтому целесообразно усиливать изображения особо контрастных объектов.

Разные по свойствам фотоматериалы различно латенсифицируются: эффект оказывается тем большим, чем ниже светочувствительность фотоматериала. Промежуток времени между съемкой и латенсификацией должен быть по возможности коротким — всего несколько дней.

При усилении скрытого фотографического изображения необходимо следить за тем, чтобы плотность вуали повышалась незначительно.

Усиленное скрытое фотографическое изображение можно обрабатывать в любом проявляющем растворе до небольшого контраста. В этом случае эффект усиления будет особенно заметен. После латенсификации фотоматериал необходимо быстро обработать.

По зернистости, резкости и другим характеристикам латенсифицированное изображение не отличается от обычного изображения.

## **ВИДИМОЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ**

Для получения видимого фотографического изображения экспонированный фотоматериал подвергают обработке, состоящей из процессов проявления скрытого фотографического изображения, фиксирования видимого изображения, промывки обработанного материала и сушки.

### **Проявление изображения**

Скрытое фотографическое изображение становится видимым при проявлении фотоматериала. Во время этого процесса происходит усиление (в десятки миллиардов раз) действия лучистой энергии на светочувствительный слой.

Процесс проявления может быть химическим, физическим и смешанным.

В процессе химического проявления происходит восстановление микрокристаллов галогенида серебра в металлическое серебро, начиная с центров проявления и постепенно распространяясь на весь микрокристалл (рис. 69). В большинстве случаев восстановление одного микрокристалла не распространяется на

другой, не содержащий центров проявления, если второй микрокристалл не находится в непосредственном контакте с первым микрокристаллом или если такой контакт не возникает во время проявления.

В зависимости от процесса проявления образующиеся зерна металлического серебра из микрокристаллов галогенида серебра приобретают различную форму и размеры, что

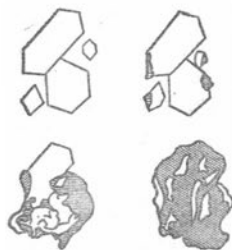


Рис. 69  
Проявление микрокристалла галогенида серебра

вызывает окраску проявленного изображения. Оно может быть нейтрально-серым, сине-черным, коричневым.

В процессе физического проявления на центры проявления микрокристаллов галогенида серебра из проявляющего раствора осаждается серебро, образующее видимое изображение.

Физическое проявление может быть осуществлено за процессом фиксирования фотоматериала. Сначала фотоматериал обрабатывают в растворе тиосульфата натрия, мало действующего на центры проявления, затем фотоматериал проявляют в растворе, имеющем серебряную соль, восстановитель и другие вещества, способствующие осаждению серебра на сохранившиеся центры в микрокристалле.

Процесс смешанного проявления состоит из химического и физического проявления фотоматериала. Доля участия каждого из них весьма различна. Например, при обработке фотоматериала раствором, содержащим большое количество сульфита натрия или другой подобный растворитель галогенида серебра, наряду с химическим имеет место и физическое проявление.

Большинство процессов проявления основано на применении водных растворов, содержащих проявляющее вещество, способное вызвать почернение экспонированных микрокристаллов галогенида серебра с переводом их в зерна металлического серебра, из которых строится видимое изображение.

Процесс проявления черно-белого фотоматериала может быть показан следующей схемой:

Экспонированные микрокристаллы галогенида серебра, образующие скрытое изображение	+	Проявляющее вещество	=	Зерна металлического серебра, из которого состоит видимое изображение.
---	---	-------------------------	---	---

Поскольку процесс цветной фотографии базируется на черно-белом изображении, основным процессом является получение черно-белого изображения, и лишь как вторичный процесс — получение цветного изображения. Объясняется это тем, что образование скрытого фотографического изображения в цветном фотоматериале идентично образованию его изображения в различно сенсibilизированных черно-белых светочувствительных слоях. В обоих случаях первым процессом является проявление, при котором происходит восстановление экспонированных

микрокристаллов галогенида серебра в зерна металлического серебра. В т о р ы м процессом при обработке цветного фотоматериала является о б р а з о в а н и е к р а с и т е л е й в результате взаимодействия продуктов окисления проявляющего вещества с краскообразующими веществами, введенными в светочувствительные слои цветного фотоматериала. Эти красители возникают лишь на участках, на которых образуются зерна металлического серебра, и воспроизводят изображения, созданные серебром.

После проявления каждый эмульсионный слой содержит д в а изображения: черно-белое из серебра и цветное из одного красителя. В результате цветной фотоматериал будет иметь ц в е т о с е р е б р я н о е изображение, которое при последующей обработке превращается в ц в е т н о е изображение, состоящее только из красителей.

Процесс проявления цветного фотоматериала идет по более сложной схеме по сравнению со схемой, приведенной на стр. 119.

- |  |   |  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|--|---|---|
| 1. Экспонированные микрокристаллы галогенида серебра, образующие три частичных цветоделенных скрытых изображения | + | Цветное проявляющее вещество   | = | Зерна металлического серебра, из которых состоят три частичных цветоделенных видимых изображения                                     | + | Продукт окисления цветного проявляющего вещества. |
| 2. Продукт окисления цветного проявляющего вещества  | + | Краскообразующие вещества в каждом светочувствительном слое цветного фотоматериала | = | Красители, образующие частичные цветоделенные изображения в каждом из эмульсионных слоев материала вместе с серебряным изображением. |   |   |

### Проявляющие вещества

При обработке черно-белых фотоматериалов из многочисленных проявляющих веществ наибольшее применение находят следующие:

а м и д о л — весьма энергичное проявляющее вещество, чаще всего используемое для обработки фотобумаг и позитивных пленок. Изображение получается красивого сине-черного тона. Амидолом пользуются и при обработке цветных обрабатываемых фотоматериалов. Амидол применяют в растворе, в котором нет ускоряющего вещества. Раствор амидола быстро окисляется;

г и д р о х и н о н — очень энергичное проявляющее вещество, если в растворе есть едкая щелочь. Проявителю с

гидрохиноном применяют для очень быстрого проявления и для получения изображения с большим контрастом, например штриховых изображений. Раствор с гидрохиноном и углекислой щелочью обладает малой энергией, очень чувствителен к бромистому калию и понижению температуры (ниже 15° раствор проявляет очень медленно). Обычно гидрохинон входит в растворы, содержащие другое проявляющее вещество;

**г л и ц и н** — медленно работающее вещество, применяемое для проявления негативных фотоматериалов. Плохо растворяется в чистой воде и хорошо — в растворе, содержащем углекислую или едкую щелочь. Глициновый проявитель обладает отличной выравнивающей способностью, поэтому находит широкое применение для обработки фотопленки, при экспонировании которой были допущены ошибки. Глициновые проявители часто приготавливают высококонцентрированными и разбавляют непосредственно перед использованием. Глицин в присутствии фосфорнокислого натрия трехзамещенного работает быстро. Растворы с глицином сохраняются долго;

**м е т о л** — быстро и энергично работающее вещество, применяется с любыми ускоряющими веществами в растворе. Метоловый проявитель обладает хорошей выравнивающей способностью, дает изображение с проработанными деталями в светах и тенях. Метол широко применяют в растворах, содержащих другое проявляющее вещество. Метоловые проявители сохраняются долго;

**п а р а а м и н о ф е н о л** — вещество, широко используемое в концентрированных растворах с едкой щелочью, известных под названием: «Родинал», Р-09 и др. Эти растворы позволяют приготавливать различные по действию проявители: как весьма энергичные, так и медленно действующие. Парааминофеноловые проявители чувствительны к действию бромистого калия в растворе. Парааминофенол с углекислой щелочью и сернокислым натрием используется для обработки фотоматериалов при повышенной температуре. Концентрированные растворы сохраняются долго, работавшие — значительно меньше;

**ф е н и д о н** (и метилфенидон) — очень энергичное вещество лишь в сочетании с другими проявляющими веществами. Проявитель, приготовленный с одним фенидоном, работает очень медленно, изображение получается мало-контрастным и вуалированным. В гидрохиноновый проявитель фенидона вводят в шесть-десять раз меньше, чем

метола. Проявляющие растворы, содержащие фенидон, обладают большой сопротивляемостью к накоплению бромидов, что делает их экономичными, так как в них можно обработать больше фотоматериала, чем в других проявителях. Проявители с фенидоном несколько повышают светочувствительность фотоматериала. Фенидоновые проявители с другим проявляющим веществом почти не окрашиваются и потому не окрашивают фотоматериал при обработке. Растворяют фенидон в щелочном растворе. Сохраняется проявитель очень хорошо. К недостаткам фенидона следует отнести его быстрое разрушение в высокощелочных растворах, особенно при повышенной температуре хранения. Кроме того, приготовленный проявитель с фенидоном трудно регулировать путем разбавления или введения бромистого калия.

Проявляющие вещества обычно применяются в сочетании друг с другом: метол + гидрохинон; фенидон + гидрохинон; фенидон + глицин; фенидон + гидрохинон + глицин и т. д. Объясняется это тем, что раствор, имеющий в своем составе два или три проявляющих вещества, дает почернение изображения больше суммы почернений, достигаемых при использовании по отдельности каждого из проявляющих веществ. Кроме того, путем регулирования соотношений между проявляющими веществами легко приготовить весьма различные по свойствам растворы.

Для обработки цветных фотоматериалов применяют небольшое число проявляющих веществ. Отечественные, а также зарубежные фотоматериалы, изготавливаемые в Европе, проявляют в растворах, содержащих парааминодиэтиланилинсульфат (диэтилпарафенилендиаминсульфат ЦПВ-1, Т-22, ТSS и др.), парааминоэтилоксианилинсульфат или этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат, ЦПВ-2, Т-32. Предпочтение отдают этилоксиэтилпарафенилендиамину, так как он меньше действует на кожу. Однако при работе с любым из этих веществ следует оберегать кожу от капель раствора и пользоваться резиновыми перчатками. Если капли раствора попали на кожу, то ее нужно обмыть 1%-ным раствором уксусной кислоты, а затем хорошо промыть водой без мыла. После работы с растворами необходимо тщательно мыть руки.

Фотоматериалы «К» обрабатывают в растворах, содержащих 4-амино-3-метил-N-этил-метансульфаминоэтиланилинсульфат-моногидрат (СД-3) или 2-амино-5-диэтиламинотолуолхлоргидрат (СД-2).

Применение различных проявляющих веществ разными производителями обусловлено разной природой краскообразующих веществ, введенных в цветные фотоматериалы.

Обработку цветных обрабатываемых фотоматериалов ведут в растворах, содержащих вещества, которые применяются при обработке черно-белых и цветных фотоматериалов, например амидол, фенидон, гидрохинон, парааминодиэтиланилинсульфат и др.

#### Ускоряющие вещества

В целях повышения активности проявляющего вещества в большинство растворов вводят ускоряющие вещества, например: бурю (тетраборнокислый натрий), соду (углекислый натрий), поташ (углекислый калий), едкий натр, едкое кали, фосфорнокислый натрий трехзамещенный и др.

Ускоряющие вещества способствуют созданию в растворе щелочной среды, от которой зависит энергия проявляющего раствора и степень постоянства его свойств.

Состояние среды раствора (нейтральная, щелочная или кислая) принято оценивать по концентрации водородных ионов ( $H^+$ ), обозначаемой показателем pH.

В чистой воде концентрация ионов водорода ( $H^+$ ) и гидроксильных ионов ( $OH^-$ ) одинакова, поэтому чистая вода имеет нейтральную среду, оцениваемую показателем  $pH=7$ . Растворы, имеющие равные концентрации ионов водорода ( $H^+$ ) и гидроксильных ионов ( $OH^-$ ), также обладают нейтральной средой, оцениваемой  $pH=7$ .

Раствор, у которого концентрация гидроксильных ионов ( $OH^-$ ) больше концентрации водородных ионов ( $H^+$ ), является щелочным; степень его щелочности повышается по мере увеличения концентрации гидроксильных ионов, что соответственно ведет к росту pH от 7 до 14.

Раствор, у которого концентрация водородных ионов ( $H^+$ ) больше концентрации гидроксильных ионов ( $OH^-$ ), является кислым; степень его кислотности повышается по мере уменьшения концентрации гидроксильных ионов ( $OH^-$ ), что соответственно ведет к понижению показателя pH от 7 до 1.

Активность и сохранность свойств в процессе использования проявляющего раствора зависит от природы вводимой щелочи и ее количества. Например, проявляющие растворы с едкой щелочью действуют энергично и скоро истощаются вследствие того, что образующаяся при про-

явлении бромистоводородная кислота полностью нейтрализует гидроксильные ионы ( $\text{OH}^-$ ). Проявляющие растворы с углекислой щелочью менее активны, зато хорошо сохраняют свои свойства, так как вместо расходуемых гидроксильных ионов на нейтрализацию бромистоводородной кислоты возникают новые гидроксильные ионы за счет непрерывного их выделения углекислой щелочью, которой должно быть в растворе в достаточном количестве. Проявляющие растворы с тетраборнокислым натрием обладают небольшой щелочностью, из-за чего мало активны и быстро истощаются.

Щелочность раствора зависит от всех веществ, входящих в проявляющий раствор, а не только от концентрации растворенных щелочей.

Определить среду раствора можно довольно просто, например лакмусовой бумажкой, которая окрашивается в щелочном растворе в синий цвет. Однако важнее знать не только среду раствора, но и показатель рН раствора, который определяется индикаторами — веществами, представляющими собой органические красители, изменяющие свой цвет в зависимости от рН раствора. Наиболее удобными из них являются универсальные индикаторы, которые для каждого значения рН принимают определенную окраску. Показатель рН находят путем сопоставления окраски индикатора с цветной шкалой, имеющей обозначение в рН. При оценке окрашенных или мутных растворов индикаторами пользоваться нельзя, так как окраска индикатора может быть искажена окраской проверяемого раствора.

Величина рН раствора с большой точностью определяется потенциометром — прибором для измерения концентрации водородных ионов, или рН-метром. Такими приборами оснащены крупные фотолаборатории.

Стабильность действия проявляющего раствора зависит в значительной мере от постоянства величины рН раствора. Эта величина в свою очередь зависит от буферной емкости раствора, т. е. от способности раствора сохранять постоянную степень щелочности в процессе использования проявителя. Буферная емкость раствора возникает за счет гидролиза, при котором происходит частичное разложение солей с образованием гидроксильных ионов ( $\text{OH}^-$ ).

Буферная емкость различна у разных проявляющих растворов. Так, проявляющий раствор с углекислой ще-

лочно (с о д а, п о т а ш) обладает высокой буферной емкостью вследствие гидролиза, поддерживающего постоянную концентрацию гидроксильных ионов в растворе. По мере расхода гидроксильных ионов на нейтрализацию бромистоводородной кислоты гидроксильные ионы вновь образуются за счет способности углекислой щелочи к гидролизу. При достаточной концентрации в растворе углекислой щелочи раствор сохраняет постоянное значение рН и работает стабильно.

Проявляющий раствор с едкой щелочью (едкий натр или едкое кали) имеет малую буферную емкость и потому быстро истощается. Это объясняется тем, что образованные едкой щелочью гидроксильные ионы в растворе вступают в реакцию с бромистоводородной кислотой, нейтрализуют ее и почти полностью расходуются.

Большинство проявляющих растворов с едкими щелочами имеют показатель  $\text{pH}=11,5-12,0$ ; с фосфорнокислыми натрием трехзамещенным  $\text{pH}=11,0-11,5$ ; с углекислыми щелочами  $\text{pH}=10,0-10,5$ ; с бурой  $\text{pH}=8,0-9,0$ . Эти же показатели рН можно получить в проявляющих растворах с различными щелочами, регулируя их количество.

#### Сохраняющие вещества

Растворы, содержащие проявляющее вещество и щелочь, во время хранения и при использовании подвергаются окисляющему действию кислорода воздуха. В результате раствор быстро окрашивается продуктами окисления проявляющего вещества и теряет свои проявляющие свойства.

Чтобы предотвратить окисление проявляющего вещества и увеличить срок хранения раствора, в него вводят сохраняющее вещество, способное связывать продукты окисления и удерживать их концентрацию на постоянном низком уровне. Обычно в качестве сохраняющего вещества применяют сульфит натрия (сернисто-кислый натрий).

Сульфит натрия в начальной стадии проявления вступает в реакцию с продуктами окисления проявляющего вещества — гидрохинона — и образует новое соединение — моносульфогидрохинон, — обладающее хорошей проявляющей способностью.

Концентрация сульфита натрия в проявляющем растворе зависит от многих причин. Чем раствор щелочнее или разбавленнее (по проявляющему веществу), а также чем длительнее его хранение или выше температура, при которой

им пользуются, тем больше нужно сульфита натрия. Следует лишь учесть, что при больших количествах в растворе сульфита натрия в результате его растворяющего действия на галогениды серебра происходит некоторое снижение светочувствительности фотоматериала.

Сульфит натрия не только предохраняет цветные проявляющие вещества от окисления, но и уменьшает выход красителей, создающих цветное изображение на фотоматериале. Объясняется это тем, что сульфит натрия связывает продукты окисления проявляющего вещества, необходимые для реакции с краскообразующими веществами в светочувствительных слоях цветного фотоматериала. Поэтому в растворы для проявления цветных фотоматериалов вводят небольшое количество сульфита натрия. Такого количества сульфита натрия недостаточно для защиты проявителя от окисления. В целях большей защиты раствора в него добавляют гидроксилламин. Концентрация гидроксилламина должна быть небольшой, так как, будучи проявляющим веществом, он восстанавливает некоторое количество галогенидов серебра и тем самым снижает возможность образования красителей в фотоматериале.

В качестве сохраняющего вещества иногда применяют бисульфит натрия и метабисульфит калия или натрия и др.

#### Противовуалирующие вещества

При проявлении наряду с образованием металлического серебра за счет экспонированных микрокристаллов восстанавливается и не экспонированный галогенид серебра. Они образуют в альбуминат из металлического серебра, уменьшающую контраст и различаемость деталей в тенях изображения. Для устранения этого дефекта в проявляющий раствор вводят противовуалирующее вещество, которое повышает избирательную способность проявителя, т. е. способность быстрее восстанавливать в металлическое серебро экспонированные микрокристаллы, чем неэкспонированные. Противовуалирующими свойствами обладают бромистый калий, йодистый калий, бензотриазол, нитробензимидазол и др. Наиболее часто применяют бромистый калий и бензотриазол, но действие их различно.

Бромистый калий образует в растворе свободные ионы брома, которые при небольшой концентрации задерживают восстановление неэкспонированных микрокристаллов гало-

генида серебра и тем самым снижают плотность вуали. С увеличением бромистого калия в растворе тормозящее действие сказывается и на мало экспонированных микрокристаллах, что приводит к потере деталей в тенях изображения. Завышенное количество бромистого калия в растворе способствует появлению на фотоматериале д и х р о и ч н о й в у а л и, представляющей собой восстановленное серебро в мелкодисперсном состоянии, окрашивающее изображение в два цвета: в отраженном свете вуаль кажется желтоватой или зеленоватой, в проходящем — красноватой.

Тормозящее действие бромистого калия неодинаково на разные проявляющие растворы. Так, метол-гидрохиноновые проявители более чувствительны к концентрации бромистого калия, чем фенидон-гидрохиноновые проявители.

Бензотриазол в проявляющем растворе образует такое соединение с галогенидом серебра, которое восстанавливается проявителем весьма медленно, что приводит к значительному торможению процесса. Это торможение неодинаково для разных микрокристаллов: неэкспонированные почти не восстанавливаются, мало экспонированные — восстанавливаются медленно, сильно экспонированные — восстанавливаются так, как будто в растворе отсутствует противовуалирующее вещество. Объясняется это характером отложения серебряной соли бензотриазола на поверхности микрокристаллов галогенида серебра и мощностью центров проявления в них. Микрокристаллы, получившие большую экспозицию, имеют наиболее мощные центры проявления; мало экспонированные — менее мощные центры; неэкспонированные — этих центров не имеют. Процесс восстановления идет тем быстрее, чем мощнее центры проявления у микрокристаллов. В результате изображение, проявленное в растворе с бензотриазолом, оказывается повышенного контраста и без вуали.

Тормозящее действие бензотриазола тоже неодинаково. Слабощелочные растворы весьма чувствительны к введению бензотриазола и потому его концентрация должна быть очень мала. С повышением щелочности раствора может быть увеличено и количество бензотриазола.

#### Вспомогательные вещества

Многие проявляющие растворы содержат в с п о м о г а т е л ь н ы е в е щ е с т в а, разные по своему действию. К ним относятся: гексаметафосфат натрия, натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, сульфат натрия, ро-

данистый калий, гидразин, этиловый и бутиловый спирты, гликоль, борная кислота, лимонная кислота и др.

Гексаметафосфат натрия и двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) предохраняют проявляющий раствор от осадка, который может образоваться из-за присутствия в воде солей кальция и некоторых других солей.

Сульфат натрия, формалин и параформальдегид препятствуют плавлению светочувствительного слоя при обработке в проявляющем растворе, имеющем повышенную температуру. Эти вещества, не влияя на фотографические свойства проявителя, препятствуют набуханию светочувствительного слоя только в момент нахождения в растворе. Формалин и параформальдегид имеют резкий и неприятный запах и несколько увеличивают плотность вуали, поэтому применяются реже.

Роданистый калий, тиосульфат натрия и другие растворители галогенида серебра добавляют в проявитель с целью получения мелкозернистого изображения. Растворители во время проявления частично растворяют микрокристаллы галогенида серебра и тем самым препятствуют образованию крупных серебряных комков. Роданистый калий в растворах для обработки черно-белого обрабатываемого фотоматериала способствует повышению его светочувствительности.

Гидразин, полиэтиленгликоль активизируют действие проявляющего вещества и тем самым повышают светочувствительность фотоматериала. Обычно с повышением светочувствительности происходит ухудшение качества проявленного изображения.

Этиловый и бутиловый спирты, триэтаноламин и другие смачиватели способствуют равномерному действию раствора на проявляемый светочувствительный слой фотоматериала.

### Растворители

Для приготовления проявляющего раствора применяют воду, от чистоты которой зависят многие свойства раствора.

Вода должна быть бесцветной, прозрачной, не иметь запаха и какого-нибудь вкуса и не содержать механических примесей. Вода часто содержит растворимые соли кальция или магния, которые делают ее жесткой. Жесткость воды

может быть временной и постоянной. Временная жесткость обусловлена присутствием в воде растворимых двууглекислых солей кальция, магния и иногда железа. Временная жесткость устраняется кипячением воды, причем двууглекислые соли превращаются в углекислые, не растворимые в воде и выпадающие в осадок. Постоянная жесткость зависит от присутствия в воде сернокислого и хлористого кальция и магния; устранить эту жесткость кипячением воды нельзя. Жесткая вода может дать осадок на фотоматериале.

Для приготовления проявляющего раствора следует применять кипяченую или дистиллированную воду. При кипячении воды устраняется временная жесткость, удаляются растворенные в воде газы, уничтожаются микроорганизмы и т. д.

### Проявляющие растворы

Рецептов проявляющих растворов очень много. Помимо проявителей, рекомендуемых различными производителями, изготавливающими фотоматериалы, существует еще множество рецептов проявителей, предложенных разными авторами. Пользоваться этим огромным количеством рецептов не только невозможно, но и бессмысленно, так как большинство из них одинаковы по своему действию. Однако нельзя создать универсальный рецепт проявителя, пригодный для всех случаев обработки фотоматериалов, так как требования к получению изображения могут быть различными.

Проявляющие растворы оценивают по характеру действия, длительности процесса и способу применения. Эти свойства в определенной степени взаимосвязаны.

Известно несколько видов проявляющих растворов для обработки черно-белых фотоматериалов:

нормальное, содержащее проявляющее вещество — 5—15 г, сохраняющее — 20—50 г, ускоряющее (сода, поташ) — 15—30 г, противовуалирующее (бромистый калий) — 1—4 г, рассчитанные на 1 л воды. Продолжительность проявления фотоматериалов: негативных — 6—9 мин, позитивных — 1,5—2,5 мин при температуре раствора 18—20°. Этот тип проявителей обеспечивает получение изображений с хорошо проработанными деталями в светах, тенях и полутонах. К таким проявителям относится большинство растворов, рекомендованных изготовителями фотоматериалов;

медленные, содержащие: проявляющее вещество — 3—8 г, сохраняющее — 50—100 г, ускоряющее (бура, метаборат натрия, иногда сода) — 2—8 г, противовуалирующее (бромистый калий) — до 1 г (или вовсе без него), рассчитанные на 1 л воды. Продолжительность проявления негативного фотоматериала — больше 10 мин при температуре 18—20°.

Медленноработающие проявители содержат весьма мало проявляющего вещества и имеют высокую щелочность за счет использования фосфорнокислого натрия трехзамещенного или других химикатов. Эти проявители находят широкое применение для обработки малоформатных изображений, предназначенных для большого увеличения при печатании. Большинство медленноработающих проявителей обладает выравнивающей способностью, повышает светочувствительность фотоматериала и снижает зернистость изображения. Такие растворы во время проявления истощаются неравномерно. Внутри светочувствительного слоя фотоматериала на каждом участке состав проявителя не соответствует первоначальному раствору и зависит от степени экспонирования этого участка. Чем больше экспонировался участок, тем сильнее будет истощен на этом участке проявитель, и наоборот, — чем меньше экспонировался участок, тем слабее истощается проявитель на этом участке. На сильно экспонированных участках при восстановлении галогенида серебра образуется много бромидов, которые нейтрализуют щелочность проявителя на этом участке. В результате процесс проявления затормаживается. На слабо экспонированных участках бромидов возникает мало, щелочность раствора почти не меняется и потому энергия проявителя сохраняется.

Следовательно, чем слабее экспонированы участки фотоматериала, тем они дольше проявляются, и наоборот, — чем сильнее экспонированы, тем в большей степени тормозится проявление соответствующих участков. Изображение, проявленное в медленноработающем растворе, будет иметь хорошую проработку деталей и пониженный контраст. В данном случае происходит выравнивающее проявление, которое сказывается не только на изображении внутри кадра, но и на соседних кадрах, на одной фотопленке, сглаживая различия в их экспонировании.

Если оценивать светочувствительность фотоматериала по проработке деталей в тенях изображения, то светочув-

ствительность будет выше по сравнению с нормальным проявлением этого же фотоматериала, так как в медленноработающем растворе темные детали объекта проявляются дольше, чем другие детали.

Высокая концентрация сульфита натрия в растворе способствует получению мелкозернистого изображения. Сульфит натрия частично растворяет микрокристаллы галогенида серебра и препятствует образованию больших серебряных комков, создающих зернистость изображения.

Медленноработающие проявители часто рассчитаны на одноразовое пользование раствором.

Быстроработающие проявители имеют высокую концентрацию веществ, наиболее активных по своему действию: метол + гидрохинон; фенидон + гидрохинон; едкие щелочи и др. Эти растворы используются при повышенной температуре, поэтому фотоматериалы должны быть сильно задублены. Ускорению процесса способствует энергичное перемешивание раствора, что обеспечивает непрерывное поступление свежего проявляющего раствора к центрам проявления в микрокристаллах галогенида серебра.

В целях более равномерного действия проявителя на светочувствительный слой, особенно при сверхбыстрой обработке, в раствор вводят поверхностноактивные вещества — смачиватели, например СВ-104, СВ-133 и др.

Обработанные быстрыми и сверхбыстрыми проявителями изображения по градации, зернистости и резкости несколько хуже, чем полученные при обычных процессах.

Растворы для работы при низкой температуре относятся к особозернистым проявителям, содержащим в своем составе едкую щелочь. При этом щелочность раствора необходимо увеличивать по мере понижения температуры: чем ниже температура раствора, тем продолжительнее обработка, которая может достигать до 100—150 мин.

Для предохранения проявителя от замерзания (несколько ниже 0°) в него вводят глицерин. В этом случае проявление идет очень медленно.

Растворы для работы при высокой температуре относятся к концентрированным растворам, имеющим повышенное количество противобулькирующего вещества и сернистый натрий.

Растворы с температурой 25—27°, используемые для обработки обычных фотоматериалов, не имеющих специально задубленного светочувствительного слоя, должны

предохранять фотоматериал от сильного набухания. При сильном набухании светочувствительный слой легко повреждается или сползает с подложки. Для уменьшения набухаемости в раствор вводят сернокислый натрий.

Растворы для недоэкспонированных фотоматериалов имеют высокую щелочность, активное проявляющее вещество и сильное противоваляющее вещество. Концентрация и соотношение веществ в растворе должны быть такими, чтобы энергичнее проявлялись детали изображения, получившие меньшую экспозицию при съемке, и наоборот,—тем слабее проявлять детали изображения, чем большую экспозицию они получили при съемке. При выполнении этих требований изображение окажется пониженного контраста, с некоторой проработкой слабо экспонированных деталей.

В целях повышения светочувствительности фотоматериала, которое компенсировало бы недостаточную экспозицию при съемке, в проявляющий раствор вводят г и д р а з и н, ф е н и д о н и другие активно действующие вещества.

Создать проявляющий раствор, исправляющий любые ошибки в экспозиции, нельзя, так как степень недодержки может быть весьма различной. В ряде случаев при недодержке возникают настолько малые центры скрытого фотографического изображения в микрокристалле, что их недостаточно для перевода галогенида серебра в металлическое серебро.

Небольшие недодержки устраняют путем обработки фотоматериала в выравнивающих проявляющих растворах.

Растворы для переэкспонированных фотоматериалов характеризуются невысокой щелочностью, малоактивным проявляющим веществом, очень чувствительным к противоваляющему веществу, концентрация которого должна быть большой. Концентрация и соотношение веществ в растворе способствуют такому проявлению, при котором, чем большую экспозицию получили детали изображения при съемке, тем энергичнее они проявляются, и наоборот,—чем меньшую экспозицию они получили при съемке, тем слабее они проявляются. При выполнении этих требований изображение будет иметь нормальную контрастность с хорошей проработкой всех деталей вместо очень плотного, вялого и завуалированного с трудно различаемыми деталями изображения, свойственного переэкспонированному материалу и обработанному в обычном растворе.

Избыточно экспонированный фотоматериал можно обрабатывать и в обычном проявляющем растворе, если ввести в него повышенное количество противовуалирующего вещества. Особенно эффективное действие оказывает бензотриазол, понижающий светочувствительность фотоматериала, увеличивающий контраст изображения и снижающий плотность вуали. Проявление ведется при пониженной температуре раствора.

Двухрастворные проявители рассчитаны на проведение процесса обработки в двух различных по составу растворах. В первом растворе проявляются лишь следы видимого изображения; во втором растворе полностью заканчивается образование видимого изображения. Процесс основан на том, что за время пребывания фотоматериала в первом растворе светочувствительный слой должен вобрать в себя такое количество проявляющего вещества, которого было бы достаточно при взаимодействии со вторым раствором для полного проявления изображения. В большинстве случаев первый раствор содержит все вещества, необходимые для проявления, кроме щелочи; второй раствор — вещества, делающие раствор щелочным. В каждый из растворов можно вводить вещества, способствующие благоприятному протеканию процессов. Так, в первый раствор для замедления процесса проявления часто вводят бисульфит натрия и сахар; во второй раствор — йодистый калий как дополнительное противовуалирующее вещество и др.

При двухрастворном проявлении каждая деталь изображения проявляется по-разному. Чем слабее экспонированы детали, тем дольше действует на них проявляющее вещество, и наоборот, — чем сильнее экспонированы детали, тем короче они проявляются. Происходит это потому, что проявляющего вещества в светочувствительном слое оказывается недостаточно для полного проявления сильно экспонированных деталей и вполне достаточно для полного проявления слабо экспонированных деталей. В результате такого процесса изображение будет иметь меньшую контрастность и улучшенную проработку слабо экспонированных деталей по сравнению с изображением, обработанным обычным способом.

При двухрастворном процессе легко регулировать контрастность изображения путем изменения концентрации проявляющего вещества в первом растворе или продолжительностью пребывания в нем фотоматериала.

Во втором растворе контрастность и плотность изображения обычно возрастают лишь в течение 3 мин или другого времени, предусмотренного процессом. Завышенное время проявления во втором растворе существенных изменений в плотности и контрастности изображения не дает. Следовательно, характер обрабатываемого изображения определяется составом первого раствора и продолжительностью обработки.

Двухрастворное проявление целесообразно применять для обработки изображений, недостаточно экспонированных и контрастных, так как этот процесс, обладая выравнивающим свойством, позволяет воспроизвести даже очень контрастные объекты с хорошей проработкой деталей. Кроме того, двухрастворное проявление несколько увеличивает светочувствительность фотоматериала за счет повышенной проработки слабо экспонированных деталей в изображении.

Обработка фотоматериала может проходить в растворах, составленных по рецептам, предусматривающим медленное, нормальное или быстрое проявление. Для уточнения режима обработки фотоматериала в первом растворе необходимо сделать пробу в виде нескольких одинаковых по экспозиции снимков, проявленных в этом растворе в разное время, например с промежутками в 10 или 30 сек или в 1 мин. Продолжительность проявления устанавливают по снимку, на котором появились только следы изображения.

После первого проявления фотоматериал переносят во второй раствор (без водной промывки!). Во время обработки фотопленку следует вращать в растворах. После второго проявления фотоматериал коротко промывают в воде, затем фиксируют, вновь промывают и сушат.

Двухрастворное проявление очень экономично, так как в составе первого раствора, содержащего наиболее дорогие химикаты, почти не происходит существенных изменений и практически его свойства остаются постоянными очень долго. Поэтому первый раствор можно использовать многократно, получая стабильные результаты проявления. Вторым раствором (с наиболее дешевыми химикатами) используется лишь один-два раза. Этот раствор при взаимодействии с первым раствором, имеющимся в светочувствительном слое, возбуждает энергию проявляющего вещества, доводит процесс образования видимого изображения до конца и быстро истощается из-за расхода веществ в растворе и накопления в нем бромидов.

Голодное проявление среди процессов, обладающих выравнивающим свойством, занимает особое место. При этом способе проявления экспонированную фотопленку первоначально обрабатывают в проявляющем растворе с пониженной температурой столько времени, сколько достаточно для появления лишь первых следов видимого изображения. Затем фотопленку вынимают из раствора, без ополаскивания в воде прикатывают резиновым валиком к чистому стеклу, оргстеклу или другому инертному к раствору материалу. Прикатывание фотопленки к гладкой поверхности имеет целью защитить светочувствительный слой от окисления кислородом воздуха проявителя, которым пропитан этот слой, и от потеков. В прикатанном состоянии фотопленка продолжает проявляться лишь за счет того раствора, которым пропитан светочувствительный слой.

Следовательно, процесс проявления идет по следующей схеме: вначале, когда фотопленка находится в растворе, все экспонированные участки проявляются одинаково. После того как фотопленку вынули из раствора и прикатали к какой-либо поверхности, проявление постепенно замедляется в зависимости от истощения раствора и продолжается до тех пор, пока его проявляющая способность полностью не истощится на всех участках фотопленки, т. е. раствор проявляет каждую деталь тем дольше, чем меньше ее яркость в объекте съемки.

Поэтому способ голодного проявления находит применение исключительно для обработки фотопленки, на которой сфотографированы контрастные объекты и доброкачественное воспроизведение которых на фотопленке при обычном способе ее проявления получить нельзя (например, съемка в театре, цирке и других подобных объектах, сложных по условиям освещения).

Продолжительность пребывания фотопленки в накатанном виде 15—25 мин, причем соблюдение точного времени не обязательно, так как даже при чрезмерно большом его увеличении изображение не может быть перепроявлено из-за полного истощения проявляющего раствора. Не следует лишь допускать полной просушки светочувствительного слоя во избежание его склейки с той поверхностью, к которой прикатана фотопленка. Температура воздуха в помещении, где производится проявление, должна быть 18—20°.

После выдерживания фотопленки в прикатанном состоянии ее отделяют от поверхности стекла и без промывки в во-

де обрабатывают в любом фиксирующем растворе. Затем следует обычная водная промывка и сушка. Иногда после такой обработки изображение не имеет достаточной общей плотности. Его можно легко усилить, так как детали объекта максимально проработаны в негативе.

Проявляюще-фиксирующие растворы предусматривают обработку фотоматериала, при которой проявление, промежуточная промывка и фиксирование заменены операцией, осуществляемой в одном растворе.

Процесс одновременного проявления и фиксирования фотоматериала представляет большой практический интерес, так как позволяет значительно сократить продолжительность обработки и упростить ее.

Проявляюще-фиксирующим раствором считается такой раствор, в который введен растворитель галогенида серебра, например тиосульфат натрия или аммония. В таком растворе протекают два противоположных процесса: проявление и фиксирование, строго согласованные по своему действию на светочувствительный слой фотоматериала. Следовательно, исключается опасность перепоявления изображения.

Одновременное проявление и фиксирование проводятся при повышенной температуре раствора ( $50-60^{\circ}$ ) на задубленном тонкослойном фотоматериале в течение 5—10 сек.

Однорастворный процесс обеспечивает получение более мелкозернистого и резкого изображения по сравнению с изображением, полученным в этом же проявителе без тиосульфата натрия.

Существенный недостаток однорастворного процесса в том, что пока нет такого раствора, который был бы одинаково пригоден для обработки различных фотоматериалов. Наоборот, при обработке различных светочувствительных слоев часто нарушается соотношение скорости проявления и скорости фиксирования, так как один фотоматериал может проявляться быстрее, а фиксироваться медленнее; другой фотоматериал — проявляться медленнее, а фиксироваться быстрее. Поэтому при переходе от одного фотоматериала к другому необходимо уточнять состав раствора. Если проявление опережает фиксирование, надо уменьшить энергию проявителя и увеличить скорость фиксирования. Если фиксирование идет быстрее, то нужно снизить скорость фиксирования и увеличить энергию проявителя.

В большинстве случаев обработка в проявляюще-фиксирующем растворе делает фотоматериал менее светочув-

ствительным. Величина светочувствительности зависит от состава раствора: чем выше скорость обработки, тем значительнее потери светочувствительности. Следовательно, прежде чем пользоваться одnorазовым процессом, необходимо предварительно определить светочувствительность фотоматериала.

При совместном проявлении и фиксировании наблюдается меньшая зависимость процесса от температуры раствора, чем во время обычного проявления. Однако повышение температуры вызывает ускорение и проявления и фиксирования (в несколько меньшей степени). Для того чтобы поддерживать неизменной степень проявления при изменении температуры, необходимо уменьшить энергию раствора путем изменения его состава. Например, если температура повышается, следует понизить щелочность раствора или повысить в нем концентрацию тиосульфата натрия.

Д и ф ф у з и о н н о - ф о т о г р а ф и ч е с к и й п р о ц е с с позволяет очень быстро (иногда в 5—10 сек) получить позитивное изображение без обычной лабораторной обработки фотоматериала.

Диффузионным процессом широко пользуются при копировании документов, научных наблюдениях и в других подобных случаях, а также при портретной съемке.

Существует много способов, использующих диффузионное проявление. Один из них такой: в фотоаппарат помещают негативный материал и фотоматериал, на котором будет получено позитивное изображение. На катушке позитивного материала у края каждого будущего кадра укреплен ампула с вязкой проявляюще-фиксирующей пастой. После съемки светочувствительный слой негативного материала плотно прижимается к несветочувствительному слою позитивного материала. Между слоями оказывается тончайший слой пасты из ампулы, раздавливаемой при встречном движении фотоматериалов в камере. Во время контакта паста действует на светочувствительный слой, проявляет в нем негативное изображение и одновременно растворяет в этом слое галогенид серебра, не участвовавший в создании негатива. При растворении галогенида серебра возникают комплексные серебряные соли, которые диффундируют в приемный слой позитивного материала. Под действием пасты серебряные соли восстанавливаются в металлическое серебро на мельчайших частичках серебра, которые были в слое. Количество восстановленного серебра на каждом участке позитивного материала тем больше, чем меньше

серебра было проявлено на соответствующем участке негативного материала. В результате диффузионного процесса серебро оказывается распределенным на двух различных материалах, образуя противоположные по почернениям изображения: негативное и позитивное. Готовые изображения по одному снимку извлекаются из камеры через промежуток времени, на который рассчитан процесс.

Экспозиция при съемке должна быть точной, так как при избыточной экспозиции позитивное изображение будет слабым, а при недостаточной экспозиции, наоборот, — чрезмерно плотным. Это объясняется тем, что позитивное изображение создается в приемном слое бумаги за счет оставшегося в негативной бумаге невосстановленного галогенида серебра. Продолжительность процесса зависит от свойств применяемого материала и температуры, при которой происходит контакт между слоями.

Для лучшей сохранности изображения позитив обрабатывают специальным стабилизирующим раствором или промывают в воде.

Промышленность изготавливает для фотоаппарата «Фотон» или специальной приставки к фотоаппарату фотокомплект «Момент», который состоит из двух бумажных лент: негативной и позитивной. Обе ленты смонтированы на один общий ракорд из двухцветной светозащитной бумаги. Позитивная бумага разделена просечками на восемь кадров размером  $73 \times 96$  мм. Катушки с лентами помещаются в соответствующие гнезда камеры и после съемки с помощью бумажного ракорда вытягиваются наружу. В это время стальные валики раздавливают ампулу с пастой и плотно прижимают слои лент друг к другу. Снимок, полученный в одном экземпляре, обрезают по просечкам, сделанным на позитивной бумаге.

Существует фотоматериал, позволяющий по диффузионному процессу получать цветной позитив в течение 1 мин.

Цветные проявляющие растворы содержат в своем составе проявляющее вещество, способное создавать красители при взаимодействии с краскообразующими веществами в светочувствительных слоях цветного фотоматериала.

Цветных проявляющих растворов значительно меньше, чем черно-белых проявителей. Объясняется это тем, что получение цветного изображения в большой степени зависит от процесса проявления фотоматериала. Поэтому для каждого типа цветного фотоматериала завод-изготовитель

рекомендует состав проявляющего раствора и режим обработки. Несоблюдение рекомендаций приводит к значительным цветоискажениям в изображении.

Следует предостеречь от увлечения поиском лучшего проявляющего раствора. Наилучшим будет раствор, рекомендованный заводом-изготовителем фотоматериала, или тот раствор, которым фотограф пользуется долго и привык к нему. Важно, чтобы состав проявителя всегда был строго одинаковым.

### Фиксирование изображения

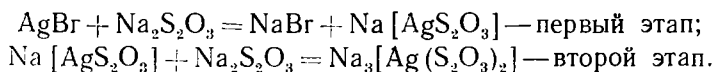
**Ф и к с и р о в а н и е** — процесс обработки фотоматериала, во время которого оставшийся непроявленным галогенид серебра переводится в легко растворимую серебряную соль.

После проявления изображения фотоматериал нельзя выносить на белый свет, так как в светочувствительном слое остается около 75—80% галогенида серебра. Галогенид серебра под действием света (без проявления) восстанавливается в металлическое серебро и уничтожает видимое изображение.

Чтобы закрепить видимое изображение после проявления, нужно удалить из фотоматериала весь оставшийся галогенид серебра. Для этого его следует перевести в такое вещество, которое легко растворяется водой. Получить это вещество можно путем воздействия на галогенид серебра тиосульфата натрия или аммония, цианистого калия и др. Однако практическое применение находит лишь тиосульфат натрия.

Раствор, содержащий в качестве основного вещества т и о с у л ь ф а т н а т р и я, называется ф и к с и р у ю щ и м.

Процесс фиксирования идет по следующей схеме:



В первом этапе возникает труднорастворимая серебряная соль, от которой эмульсионный слой становится прозрачным. Эта соль через некоторое время может образовать в эмульсионном слое ссрнистое серебро в виде желтых или коричневых пятен, портящих изображение.

Во втором этапе трудно растворимая серебряная соль переводится в легкорастворимую соль. Поэтому после

того, как слой стал прозрачным, фотоматериал следует обрабатывать в фиксирующем растворе еще некоторое время, обычно столько времени, сколько потребовалось на первый этап.

Полное фиксирование изображения достигается в том случае, если процесс фиксирования заканчивается в свежем растворе, поэтому фотоматериал последовательно обрабатывают в двух или трех растворах.

Скорость фиксирования зависит от того, какой вид галогенида серебра содержит светочувствительный слой: быстро фиксируется хлористое серебро, медленнее — бромистое и еще медленнее — йодистое. На скорость фиксирования оказывают влияние толщина и задубленность светочувствительного слоя, зернистость фотоматериала, а также состав фиксирующего раствора, его температура и способ обработки фотоматериала. Чем задубленнее или толще светочувствительный слой, тем медленнее идет фиксирование. Мелкозернистые фотоматериалы фиксируются быстрее крупнозернистых, так как площадь воздействия раствора на микроструктуры в этом случае больше.

С повышением концентрации тиосульфата натрия в растворе скорость фиксирования увеличивается. Это ускорение процесса нарастает с повышением количества тиосульфата натрия до 30—40%, после чего наблюдается замедление фиксирования. Это вызвано тем, что при высоких концентрациях тиосульфата натрия снижается скорость проникновения его в светочувствительный слой.

Особо концентрированные растворы применяются редко, так как чем больше тиосульфата натрия, тем вероятнее возникновение пузырей на обрабатываемом фотоматериале. Большинство рецептов, за исключением специальных, предусматривает 250—300 г кристаллического тиосульфата натрия на 1 л водного раствора.

С увеличением температуры раствора фиксирование ускоряется. Предел повышения температуры определяется степенью задубленности светочувствительного слоя фотоматериала.

Время фиксирования сокращается, если раствор перемешивают и тем самым обеспечивают непрерывную смену раствора у поверхности фотоматериала.

Фиксирующие растворы принято различать по их составу и действию.

Простой фиксирующий раствор содержит только тиосульфат натрия в воде. Применяется редко,

так как имеет слабощелочную среду, в которой может продолжаться проявление за счет набухания светочувствительного слоя проявителем. В результате получается перепроявление изображения или образуется дихроичная вуаль. Кроме того, по мере обработки фотоматериала повышается щелочность фиксирующего раствора за счет заноса в него проявителя эмульсионным слоем и особенно бумажной подложкой. С увеличением щелочности фиксирующего раствора повышается набухаемость эмульсионного слоя фотоматериала и соответственно уменьшается его прочность.

Простой фиксирующий раствор легко окрашивается продуктами окисления проявителя, заносимого обрабатываемым фотоматериалом. Такой раствор окрашивает эмульсионный слой, что особенно заметно на позитивном изображении, поэтому фотоматериал после проявления следует долго промывать в воде или в каком-либо кислом останавливающем растворе.

Простой фиксирующий раствор применяют только при обработке цветных фотоматериалов, так как красители способны разрушаться в кислой среде.

**К и с л ы й ф и к с и р у ю щ и й р а с т в о р** содержит помимо тиосульфата натрия слабую кислоту или кислую соль. Такой раствор нейтрализует щелочность заносимого проявителя, тем самым прекращает его действие и почти устраняет окрашивание фотоматериала. Для приготовления кислого фиксирующего раствора применяют серную, уксусную, борную или лимонную кислоту; из солей используют метабисульфит калия или натрия, бисульфит натрия и др. Кислотность раствора оценивается концентрацией водородных ионов, величина которых не может быть ниже  $\text{pH}=4,0$ .

В более кислом растворе происходит разложение тиосульфата натрия с выделением серы. Чтобы предотвратить разложение тиосульфата натрия, в раствор добавляют **с у л ь ф и т н а т р и я**. Его вводят в виде раствора бисульфита (сульфит натрия + серная кислота). Сера может выпасть в осадок и в присутствии сульфита натрия, если его мало или если очень высока температура фиксирующего раствора. При выделении серы не только уменьшается концентрация тиосульфата натрия, но и происходит осаждение ее на фотоматериал. Сера не удаляется при промывке фотоматериала в воде и может быть снята лишь протиркой влажным тампоном.

Кислотность фиксирующего раствора в процессе обработки в нем фотоматериала непрерывно снижается тем быстрее, чем щелочнее был проявляющий раствор и чем короче была промежуточная водная промывка.

Обработанный в кислом фиксирующем растворе фотоматериал необходимо промывать в воде дольше, чем фотоматериал, обработанный в простом фиксирующем растворе.

Дубящий фиксирующий раствор содержит помимо тиосульфата натрия слабую кислоту или кислую соль, сульфит натрия, алюмокалиевые или хромокалиевые квасцы, иногда формалин или танин. Такой раствор наряду со свойствами кислого фиксирующего раствора дубит эмульсионный слой фотоматериала, т. е. повышает прочность слоя. Дубление целесообразно, если обработка фотоматериала осуществляется при высокой температуре раствора, воды или воздуха, так как дубление уменьшает степень набухания эмульсионного слоя.

Дубящие свойства фиксирующего раствора повышаются с увеличением концентрации квасцов и понижаются с увеличением концентрации кислоты. На степень дубления влияет и количество сульфита натрия в растворе. С повышением его концентрации дубление первоначально возрастает до некоторой величины; последующее увеличение количества сульфита натрия приводит к уменьшению дубления.

Сохранность фиксирующего раствора (до момента выпадения серы) тем дольше, чем выше концентрация сульфита натрия, и тем короче, чем выше концентрация квасцов. С увеличением кислоты сохранность раствора быстро уменьшается.

Изменение кислотности раствора за счет проявителя или воды, заносимых фотоматериалом, отрицательно сказывается на дубящих свойствах раствора и иногда может быть причиной порчи обрабатываемого материала. В процессе работы с дубящим раствором при понижении его кислотности возможно выпадение белого осадка (если в раствор входят алюмокалиевые квасцы) и зеленого осадка (если в растворе находятся хромокалиевые квасцы). Эти осадки портят обрабатываемый фотоматериал. Растворы с алюмокалиевыми квасцами менее чувствительны к изменению кислотности, чем с хромокалиевыми. Хромокалиевыми квасцами пользуются лишь в тех случаях, если требуется очень высокое дубление фотоматериала.

Чрезмерное дубление вызывает появление блестящего налета на эмульсионном слое фотоматериала. Чаще всего это происходит в том случае, если температура раствора высока.

Блестящий налет исчезает после промывки и сушки фотоматериала. Не исчезнувший во время промывки налет можно удалить 10%-ным раствором углекислого натрия при температуре не выше 18°.

В результате взаимодействия кислоты со щелочами или сульфитом натрия внутри эмульсионного слоя образуется углекислый или сернистый газ, который может вызвать появление пузырей на фотоматериале. На степени пузырения сказывается не только концентрация кислоты в растворе, но и количество сульфита натрия и щелочи, заносимых фотоматериалом из проявителя. Чем толще эмульсионный слой, тем более вероятно возникновение пузырей. В целях борьбы с пузырением фотоматериал до погружения в фиксирующий раствор обрабатывают в кислостойком растворе. Перемешивание фиксирующего раствора во время работы тоже снижает вероятность появления пузырей, так как при перемешивании происходит быстрое смывание с поверхности фотоматериала остатков проявителя.

Быстрый фиксирующий раствор содержит в качестве основного вещества тиосульфата аммония, однако он очень гигроскопичен и дорог, поэтому им пользуются редко. Обычно быстрый фиксирующий раствор получают путем смешивания тиосульфата натрия и хлористого аммония. При растворении 200 г тиосульфата натрия и 50 г хлористого аммония получают быстрый фиксирующий раствор.

При обработке хлоросеребряных фотоматериалов быстрый фиксирующий раствор становится медленным и действует тем медленнее, чем больше хлористого аммония добавлено в раствор. Поэтому быстрыми фиксирующими растворами целесообразно пользоваться при обработке негативных и обрабатываемых фотоматериалов, имеющих в своем составе йодистое серебро, требующее более длительной обработки, чем бромистое серебро.

Быстрые фиксирующие растворы могут быть кислыми или дубящими. Приготавливая эти растворы, необходимо соблюдать определенный порядок растворения химикатов.

Обработанные в быстром фиксирующем растворе фотоматериалы следует долго промывать водой.

Любой фиксирующий раствор изменяет свои свойства в результате расхода тиосульфата натрия на образование легкорастворимой серебряной соли, разбавления раствора водой, заносимой фотоматериалами после промывки, и накопления серебряных солей. Чем истощеннее раствор, тем продолжительнее процесс обработки фотоматериала. При значительном накоплении серебряных солей в растворе процесс фиксирования может прекратиться из-за равновесия солей серебра в растворе и в светочувствительном слое фотоматериала. Чтобы не возникло равновесия, пользуются двумя или тремя растворами. При двух растворах фотоматериал первоначально обрабатывают в ранее использованном фиксирующем растворе и заканчивают обработку в свежем растворе. Пребывание в первом растворе продолжается примерно  $\frac{2}{3}$  времени, требующегося на весь процесс, в свежем растворе —  $\frac{1}{3}$  времени. При трех растворах процесс фиксирования начинают в наиболее истощенном растворе, затем — в менее истощенном, заканчивают — в свежем растворе. По мере истощения раствора ванны меняются местами. Ступенчатая обработка фотоматериала обеспечивает полное его фиксирование, долгосрочное хранение изображения и дает значительную экономию химикатов.

Чрезмерно длительное пребывание фотоматериала в фиксирующем растворе уменьшает плотность фотографического изображения. Кислый фиксирующий раствор ослабляет изображение больше, чем простой. Еще значительно ослабляет изображение быстрый фиксирующий раствор, особенно у мелкозернистых фотоматериалов: фотобумаг, позитивных фотопленок и малочувствительных негативных фотопленок.

#### Прерывание проявления

Прерывание проявления осуществляют к и с л ы м о с т а н а в л и в а ю щ и м р а с т в о р о м, содержащим уксусную кислоту, метабисульфит калия или другое подобное вещество.

Останавливающий раствор, нейтрализуя щелочной проявитель, предотвращает перепроявление и окрашивание фотоматериала, появление пятен и полос на изображении, сохраняет дубящие свойства кислого фиксирующего раствора. По степени кислотности останавливающие растворы могут быть разными, в зависимости от того, для какого фотоматериала они предназначаются. Например, обработка цветного фотоматериала должна производиться в слабо-

кислом растворе, так как цветное изображение может разрушаться под действием кислоты.

Часто останавливающие растворы делают дубящими; такие растворы не только прекращают действие проявителя на фотоматериал, но и укрепляют его эмульсионный слой. Чтобы останавливающий раствор стал дубящим, в него дополнительно вводят серноокислый натрий, хромокалиевые квасцы или другие вещества, способные задубить эмульсионный слой. Дубящие останавливающие растворы применяются в тех случаях, если обработка фотоматериала ведется при высокой температуре, способной вызвать плавление или пузырение эмульсионного слоя.

Во время обработки фотоматериала останавливающий раствор нужно энергично перемешивать, чтобы не появились пятна на эмульсионном слое от солей хрома, которые возникают в растворе под действием щелочи проявителя.

Останавливающие, а также дубящие свойства раствора в процессе его использования постепенно ослабевают вследствие заноса в него обрабатываемым фотоматериалом проявителя и промывной воды. Поэтому необходимо следить за показателем pH раствора с помощью индикаторных бумаг. В случае изменения pH раствора его следует заменить новым или освежить добавлением серной кислоты до установленного значения pH.

### **Промывка фотоматериала**

Сущность промывки фотоматериала состоит в удалении ненужных или вредных веществ из его эмульсионного слоя и подложки. Продолжительность промывки зависит от растворимости вымываемых веществ, температуры воды, степени набухания эмульсионного слоя и подложки и некоторых других причин. Продолжительность промывки тем короче, чем выше температура воды, чем энергичнее она воздействует на эмульсионный слой и подложку и чем больше разница между концентрациями вымываемого вещества в фотоматериале и в промывной воде.

Фотоматериал промывают почти после каждой операции в процессе его обработки в растворах и перед сушкой.

Степень промывки фотоматериала зависит от очень многих причин. Например, черно-белые фотоматериалы после их проявления промывают с целью снизить концентрацию проявляющего вещества и щелочи в эмульсионном слое, чтобы прекратить проявление изображения и чтобы проявляющее вещество, оставшееся в слое, будучи окислен-

ным, не загрязняло его. Эта промывка может быть выполнена в течение 1, 5—2 мин. При пользовании кислым фиксирующим раствором промывку фотоматериала можно заменить коротким ополаскиванием лишь для уменьшения заноса проявителя в фиксирующий раствор.

После проявления цветного фотоматериала оставшееся в эмульсионном слое проявляющее вещество реагирует с отбеливающим раствором и образует цветную вуаль. Поэтому проявляющее вещество должно быть полностью вымыто или разрушено в кислом растворе. Промывка фотоматериала в проточной воде в течение 15—25 мин обеспечивает хорошее качество промывки. Однако в этом случае протекает до пр о я в л е н и е цветного изображения вследствие того, что бромиды проявителя вымываются быстрее, чем проявляющее вещество, и поэтому проявляющее вещество продолжает действовать во время промывки фотоматериала в воде. Степень допроявления зависит от нескольких причин: свойств фотоматериала, температуры воды и др. Для того чтобы допроявление меньше влияло на качество изображения, температура промывной воды должна быть 12—16°.

Наиболее важное значение имеет окончательная промывка фотоматериала. Изображение будет прочно закреплено лишь в том случае, если из эмульсионного слоя и подложки будут вымыты тиосульфат натрия, растворимые соли серебра и другие вещества, образовавшиеся в процессе фиксации фотоматериала.

Мелкозернистые и цветные фотопленки промывают дольше, чем крупнозернистые; фотобумаги промывают еще дольше, причем в зависимости от толщины подложки продолжительность промывки удлиняется. Объясняется это тем, что волокна бумажной подложки сильнее задерживают растворимые вещества, чем эмульсионный слой.

На продолжительность промывки фотоматериала влияют состав фиксирующего раствора и условия фиксации. Фотоматериалы незадубленные или задубленные в фиксирующем растворе с хромокалиевыми квасцами быстрее промываются по сравнению с материалами, обработанными в фиксирующем растворе, содержащем алюмокалиевые квасцы. Во всех случаях продолжительность промывки сокращается, если фотоматериал обработан в свежем фиксирующем растворе.

Промывку незадубленных или слабо задубленных материалов рекомендуется вести при температуре воды 14—20°.

Температура воды ниже  $14^{\circ}$  уменьшает набухание эмульсионного слоя, что приводит к замедлению процесса промывки. Температура воды выше  $20^{\circ}$  увеличивает набухание эмульсионного слоя, от чего он становится легко повреждаемым. При температуре воды  $25^{\circ}$  и выше возможно плавление эмульсионного слоя.

Задубленные фотоматериалы можно промывать при высокой температуре воды. Показатель ее зависит от степени задубленности эмульсионного слоя.

Фотоматериалы промывают в проточной воде, под водяным душем и в периодически сменяемой воде.

Промывка фотоматериала в проточной воде создает весьма благоприятные условия для процесса. Еще более эффективна промывка под водяным душем: струи воды энергично воздействуют на фотоматериал и хорошо вымывают из него растворимые вещества. Душевой промывкой широко пользуются при обработке цветных фотоматериалов.

Промывку фотоматериала путем последовательной смены воды применяют в том случае, если нет проточной воды. При периодической смене воды растворимых веществ в фотоматериале становится тем меньше, чем больше будет смен воды. Обычно воду меняют четыре-пять раз через каждые 5—6 мин.

Полная промывка фотоматериала после фиксирующего раствора требует очень много времени. Практически фотоматериал полностью промывается редко. Допустимое количество растворимых веществ в фотоматериале зависит от условий и срока хранения изображения. Мелкозернистые фотоматериалы, особенно цветные, надо промывать весьма тщательно.

Для проверки качества промывки необходимо иметь контрольный раствор, который готовится следующим образом: в мерную колбу емкостью 250 мл наливают 180 мл дистиллированной воды и растворяют 0,3 г марганцовокислого калия и 0,6 г едкого натра, после чего колбу доливают дистиллированной водой до метки 250 мл. Затем в два химических стакана, в которых было налито по 250 мл воды, используемой при промывке фотоматериала, добавляют по 1 мл контрольного раствора. После этого в один из стаканов собирают воду, стекаемую в течение 30 сек с катушки фотопленки или с пяти листов фотобумаги (размером  $9 \times 12$  см). Если в проверяемом стакане (второй стакан служит для сравнения) за 30 сек фиолетовый раствор станет оранжевым, фотоматериал промыт не полностью: в нем

сохранилось небольшое количество тиосульфата натрия; если оранжевый раствор станет желтым, фотоматериал промыт плохо; если раствор обесцветился, фотоматериал промыт очень плохо.

При использовании жесткой воды для промывки эмульсионный слой фотоматериала может стать зернистым вследствие выделения из воды мелких кристалликов углекислого кальция. Такую зернистость часто называют *кальциевой сеткой*. Устранить углекислый кальций можно промывкой фотоматериала в подкисленной воде, например в 1—2%-ном растворе уксусной кислоты. Однако в этом растворе нельзя промывать цветной фотоматериал, так как возможно разрушение цветного изображения.

В целях сокращения продолжительности промывки и полного удаления тиосульфата натрия из фотоматериала рекомендуются различные разрушители тиосульфата: уксуснокислый свинец, перекись водорода, персульфат аммония, марганцовокислый калий и др. Например, если нет проточной воды, фотоматериал промывают в воде, сменяемой пять-шесть раз, добавляя в нее один-два кристаллика марганцовокислого калия. Вода окрасится в светло-розовый цвет. Фотоматериал промывают в подкрашенной воде, сменяемой через каждые 3—4 мин до тех пор, пока она не перестанет менять свою окраску.

Однако эти разрушители применяются редко, так как они тоже должны быть вымыты из фотоматериала.

На фотопленках после их высыхания на подложке часто остаются следы капель воды. Чтобы избежать этих пятен, фотопленку перед сушкой коротко промывают в растворе смачивателя ОП-7 или ОП-10 при концентрации 0,8—1 г/л. Эти вещества, имеющие цвет и консистенцию меда, представляют собой синтетические моющие вещества и относятся к поверхностно-активным веществам, понижающим поверхностное натяжение воды и тем самым предохраняющим подложку фотоматериала от следов высохших капель воды. Применение смачивателей ускоряет сушку фотоматериала и способствует равномерному его высушиванию.

#### Сушка фотоматериала

Сушка обработанного фотоматериала производится либо в специальных сушильных шкафах, либо на глянцевальных станках, либо в комнате. Продолжительность сушки зависит от количества воды в фотоматериале, температуры и относи-

тельной влажности воздуха \*, скорости движения воздуха, соприкасающегося с поверхностью фотоматериала.

В большинстве случаев сушка происходит при температуре воздуха 24—25°. При более высокой температуре возможно плавление эмульсионного слоя.

Задубленные фотоматериалы можно сушить при высокой температуре воздуха; показатель температуры зависит от задубленности эмульсионного слоя.

Чем суше воздух и чем быстрее он перемещается около поверхности фотоматериала, тем энергичнее идет процесс сушки. Однако с повышением температуры воздуха или скорости его движения могут увеличиться контрастность и плотность изображения, причем у разных фотоматериалов эти изменения происходят неодинаково.

Пересушивание фотоматериала приводит к его короблению и значительной усадке. Эмульсионный слой становится обезвоженным, с зернистой структурой, которую иногда принимают за зернистость изображения. Из-за пересушивания фотобумаги на эмульсионном слое могут появиться трещины. Полосы и пятна возникают в том случае, если невысохший полностью фотоматериал по какой-либо причине вновь промывался водой. Эти дефекты образуются вследствие неравномерного натяжения эмульсионного слоя на подложке фотоматериала.

Нельзя сушить фотоматериал на сквозняке, так как в этом случае пыль, поднимаемая потоком воздуха, может попасть на мокрый эмульсионный слой и прочно укрепиться на нем. Не следует переносить фотоматериал во время сушки из холодного помещения в теплое, и наоборот, так как на нем могут появиться полосы и пятна, которые удалить нельзя.

В целях более быстрой и равномерной сушки с фотоматериала предварительно удаляют влагу ватным тампоном или специальным отжимом.

Значительно ускоряет сушку также обработка фотоматериала в течение нескольких минут в 70—80%-ном этиловом или денатурированном спирте, который энергично поглощает воду. Однако применять спирт нужно весьма осмотрительно. Так, при сушке цветной фотопленки спиртом возможно растворение красителей, составляющих цветное

---

\* Относительная влажность воздуха — отношение количества воды, содержащейся в 1 м<sup>3</sup> воздуха при данной температуре, к тому количеству воды, которое воздух мог бы содержать при полном насыщении и при той же температуре, в %.

изображение, и коробление гибкой подложки. Не следует пользоваться неразбавленным спиртом, так как фотографическое изображение может помутнеть или на нем появится сине-белый налет. Использованный спирт легко восстановить добавлением к нему безводного серно-кислого кальция, который, взаимодействуя с водой, образует нерастворимый осадок. После фильтрования спирт вновь пригоден для работы.

Для ускорения сушки фотопленку можно погрузить на 3—4 мин в насыщенный раствор поташа, энергично поглощающего воду из фотоматериала. После погружения необходимо удалить избыток раствора с поверхности фотоматериала промокательной бумагой. Фотопленку, обработанную поташом, можно печатать, минуя сушку. Для последующего хранения такую фотопленку после печатания промывают водой и нормально сушат.

Сушка ускоряется, если на фотоматериал направить вентилятором нагретый воздух. Однако при этом следует учитывать, что вентилятор может поднять пыль, которая пристанет к эмульсионному слою. Чтобы избежать загрязнения фотоматериала и создать наиболее благоприятные условия сушки, пользуются сушильным шкафом, в котором имеется фильтр, очищающий от пыли подогретый воздух.

Существуют устройства, в которых сушка производится инфракрасным излучением или ультразвуком. В этом случае сушка идет быстро.

В процессе сушки часто повышают глянецитость поверхности бумаги, используя гляцевальные станки, зеркальные стекла или другие лабораторные приспособления. Глянцевание состоит в том, что набухший эмульсионный слой при высыхании воспроизводит полированную поверхность, к которой была прикатана глянцевая или особоглянцевая фотобумага.

## **ИСПРАВЛЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Недоброкачественное изображение, полученное из-за ошибок, допущенных при съемке, фотографической обработке или в позитивном процессе, в некоторых случаях можно исправить.

Способы исправления делятся на три группы: химические, фотографические и механические.

К химическим способам исправления относят ослабление или усиление изображения, удаление вуали и пятен на фотоматериале.

Фотоматериал, предназначенный для исправления, должен быть хорошо обработан в фиксирующем растворе и промыт в воде. Присутствие в эмульсионном слое растворимых солей серебра, тиосульфата натрия и других веществ вызовет появление полос и пятен на изображении. Поэтому перед обработкой в исправляющем растворе фотоматериал нужно дополнительно фиксировать и промывать в воде. Дополнительная промывка не только удаляет из эмульсионного слоя растворимые вещества, но и создает более благоприятные условия для равномерного действия исправляющего раствора по всей поверхности фотоматериала.

В целях предохранения эмульсионного слоя от повреждений в процессе обработки следует предварительно задубить фотоматериал.

Если на эмульсионном слое имеются следы от пальцев или другие загрязнения, его необходимо протереть ваткой, смоченной в четыреххлористом углероде или в чистом бензине.

Характер действия исправляющего раствора зависит от его состава и свойств обрабатываемого фотоматериала. Режим обработки для каждого исправляемого изображения устанавливают по пробе.

Изображение, имеющее повышенную плотность или вуаль, можно исправить ослаблением.

**Ослабление** — процесс, при котором некоторая часть металлического серебра, составляющего изображение, удаляется из эмульсионного слоя фотоматериала.

В процессе ослабления излишнее металлическое серебро в эмульсионном слое переводится в соединение, растворимое в воде, в растворе тиосульфата натрия или другого вещества.

Фотоматериал ослабляют в том случае, если изображение имеет большую плотность, мешающую его печатать или проецировать на экран, повышенную вуаль, из-за которой изображение оказывается серым с плохо различимыми деталями.

Для ослабления применяют железосинеродистый калий, марганцовокислый калий, двуххромовокислый калий, персульфат аммония, хлорное железо, тиосульфат натрия, серную кислоту, хлористый натрий, сульфит натрия и др.

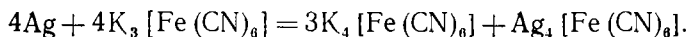
Ослабление изображения протекает в два этапа: в первом — лишняя часть металлического серебра окисляется — отбеливается; во втором — окисленное серебро растворяется.

Процесс ослабления может быть проведен в одном или двух растворах.

Однорастворный способ весьма распространен, так как позволяет регулировать степень ослабления непосредственно в процессе обработки фотоматериала. К недостаткам однорастворного способа следует отнести нестабильность его свойств. Скорость ослабления в одном и том же растворе изменяется следующим образом: в начале процесс идет быстро, затем замедляется и спустя незначительное время полностью прекращается.

При двухрастворном способе процесс ослабления осуществляется в двух отдельных растворах. Стабильность свойств растворов в этом случае значительно выше, так как не происходит восстановления окислителя растворителем. Если требуется получить одинаковые результаты ослабления для большого количества материала или если необходимо сохранить рабочие растворы, пользуются двухрастворным способом. Однако в этом случае будет затруднен контроль за ослаблением изображения во время обработки, поэтому рекомендуется делать пробы и по ним определять режим обработки ослабляемого изображения.

Наиболее распространенными являются ослабители с железосинеродистым калием и тиосульфатом натрия. Процесс ослабления может быть выражен так:



Железистосинеродистое серебро  $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  под действием тиосульфата натрия переходит в легко растворимое соединение, удаляемое из эмульсионного слоя во время промывки фотоматериала водой.

Ослабление по действию на фотографическое изображение можно разделить на три вида: поверхностное, пропорциональное и сверхпропорциональное. Такое деление является условным, так как различные по строению изображения в одном и том же растворе могут ослабляться неодинаково.

Поверхностным ослаблением удаляют одинаковое количество металлического серебра со всей поверхности фотоматериала. В этом случае вуаль ослабляется быстрее, чем плотности, образующие изображение.

При длительном ослаблении фотоматериала могут исчезнуть не только вуаль, но и детали в тенях, что изменит характер изображения — оно станет более контрастным. Поверхностное ослабление применяют для снятия вуали и получения прозрачного и чистого фона на штриховых изображениях.

Пропорциональным ослаблением удаляют металлическое серебро пропорционально плотностям, составляющим изображение. В результате темные детали объекта ослабляются меньше, чем яркие, и изображение становится менее контрастным. Пропорциональное ослабление применяют для обработки изображений, имеющих повышенную плотность и повышенный контраст.

Сверхпропорциональным ослаблением удаляют тем больше металлического серебра, чем выше плотность изображения, и тем меньше металлического серебра, чем ниже плотность изображения. Поэтому ярко освещенные или переэкспонированные детали изображения становятся менее плотными, а темные детали остаются прежними. Контрастность изображения сильно понижается, и негатив, с которого нельзя было печатать на мягкой фотобумаге, становится пригодным для нормального типа фотобумаги. Сверхпропорциональное ослабление применяют для сильно перепроявленных негативов и очень контрастных изображений.

Изображение недостаточной плотности из-за недопроявления правильно экспонированного фотоматериала или немного недоэкспонированного можно исправить усилением.

Усиление — способ повышения копировальной или визуальной плотности изображения путем наращивания непрозрачного вещества на металлическое серебро, составляющее изображение, или путем его окрашивания.

Усиление можно применять только в том случае, если изображение имеет все необходимые детали и требуется лишь увеличить его общую плотность, повысить контраст или выявить слабо заметные детали.

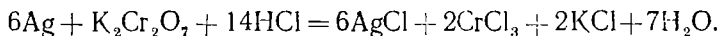
Для усиления применяют двуххромовокислый калий, железосинеродистый калий, роданистый аммоний, йодистый калий, сернокислую медь, азотнокислый уранил, соляную кислоту и др.

Усиление протекает в два этапа: в первом — металлическое серебро окисляется — отбеливается; во втором — окисленное серебро восстанавливается и наращи-

вается или окрашивается каким-либо веществом, увеличивающим плотность изображения.

Процесс усиления может быть проведен в одном или двух растворах.

Наиболее широкое применение находит двухрастворное усиление, при котором изображение сначала отбеливают, например, в кислом растворе с двуххромовокислым калием. Этот процесс показывают следующим уравнением:



Затем после промывки фотоматериала изображение обрабатывают энергичным проявителем. Во время проявления на восстановленном серебре отлагается труднорастворимое соединение хрома, которое повышает плотность изображения.

Существуют так называемые протравные усилители, при обработке с которыми металлическое серебро переходит в соединение, способное адсорбировать на поверхности зерна органический краситель. Этот краситель, окрашивая окисленное серебро, увеличивает копировальную плотность изображения. Усиление изображения осуществляется в двух растворах: протравном — роданистом или йодном и окрашивающем — с хризоидином, аураурином или другим красителем.

Близок к этой группе усилителей способ с краскообразующими веществами, применяемыми для цветного изображения. В этом случае металлическое серебро первоначально отбеливается, а затем обрабатывается в проявителе, содержащем растворимые краскообразующие вещества. По мере восстановления серебра краскообразующие вещества переходят в краситель, и, отлагаясь на серебре, увеличивают копировальную плотность изображения.

Многие способы усиления повышают плотность вуали, поэтому изображения, имеющие большую вуаль, предварительно ослабляют.

Некоторые способы усиления увеличивают зернистость и снижают резкость изображения. К ним относится, например, хинонтиосульфатный усилитель. Изображения, усиленные азотнокислым уранилом и другими подобными веществами, сохраняются плохо.

Усиление по действию на фотографическое изображение можно разделить на три вида: пропорциональное, сверхпропорциональное и суперпропорциональное.

Пропорциональное усиление увеличивает все плотности изображения в одно и то же количество раз, за исключением очень малых плотностей, почти не усиливающихся. Пропорциональное усиление применяют в тех случаях, когда необходимо повысить плотность и контрастность изображения.

Сверхпропорциональное усиление увеличивает малые плотности в изображении значительно сильнее, чем средние и большие плотности. Сверхпропорциональное усиление применяют для изображений, имеющих темные детали недостаточной плотности. Контрастность изображения остается прежней или несколько уменьшается.

Суперпропорциональное усиление сильно повышает контраст штриховых изображений.

#### Фотографическое исправление

Фотографические способы применяют для исправления градации и перспективы изображения, а также для балансирования цветного изображения.

Градацию изображения можно изменить применением масок во время печатания или использованием затемнителей, регулирующих внутрикадровую экспозицию (см. стр. 252).

Из многочисленных способов маскирования представляют интерес печатание с нерезкой маской и электронное маскирование.

Нерезкая маска — нерезкое позитивное изображение, отпечатанное с негатива. Нерезкая маска, совмещенная с негативом во время печатания, изменяет градацию изображения в позитиве, так как чем прозрачнее участок в негативе, тем темнее участок на маске.

Для изготовления нерезкой маски применяют малочувствительную негативную или дубльнегативную фотопленку. Негатив печатают контактом, поместив между эмульсионными слоями чистое стекло толщиной 2—3 мм. Экспозиция при печатании маски и режим проявления фотопленки сказываются на характере масочного изображения. Чтобы иметь возможность отпечатать позитив нужной градации, изготавливают несколько масок, по-разному экспонированных и проявленных. Фотопленки обрабатывают в медленноработающих негативных проявителях.

При печатании позитива негативное изображение должно быть очень точно совмещено с изображением маски, которую подбирают по пробным позитивам.

**Электронное маскирование** — способ изменения градации позитивного изображения путем развертки негатива по деталям и печатания их в разной степени усиления или ослабления.

Электронное маскирование осуществляется специальным электронно-копировальным прибором, который имеет электроннолучевую трубку и усилительное устройство, обеспечивающие получение доброкачественного позитива с негатива со значительными градационными недостатками.

Принцип действия электронно-копировального прибора основан на поэлементной развертке негативного изображения и усилении или ослаблении отдельных деталей этого изображения электрическим путем во время печатания на позитивный фотоматериал. Изображение, отпечатанное в этом приборе, оказывается не только с лучшей градационной характеристикой, но и с более четкими деталями, особенно малыми по размеру. Это весьма важно для многих видов фотографии: аэрофотографии, рентгенографии, репродукционной и т. д.

Вероятно, электронно-копировальные приборы найдут широкое применение в редакциях газет и журналов для исправления изображений, сделанных в космосе или поступающих по фототелеграфу и имеющих дефекты от помех, возникающих при их передаче.

Искажение перспективы в изображении устраняют путем его трансформирования во время проекционного печатания. (Техника трансформирования изображения изложена на стр. 265.)

**Балансирование** цветного изображения имеет целью получить правдоподобное изображение объекта съемки с помощью корректирующих светофильтров, применяемых при печатании позитива. (Техника подбора корректирующих светофильтров изложена на стр. 255.)

#### **Механическое исправление**

Механические способы исправления изображения применяют для устранения царапин, потертостей, точек и других дефектов на эмульсионном слое или на подложке фотоматериала.

Под механическими способами понимают различного вида ретушь, например заделку дефектов карандашом, красками, выскабливание скальпелями, ножами и т. д. (стр. 296).

## ФОТОЛАБОРАТОРИЯ

Фотолаборатории могут быть весьма разными (рис. 70) — от простейших в виде чемодана до промышленных, которые имеют редакции газет и журналов, фотоателье, клубы и другие учреждения.

Помещение, предназначенное для фотолаборатории, должно быть светонепроницаемым. Для этого используют шторы, тамбуры и другие приспособления.

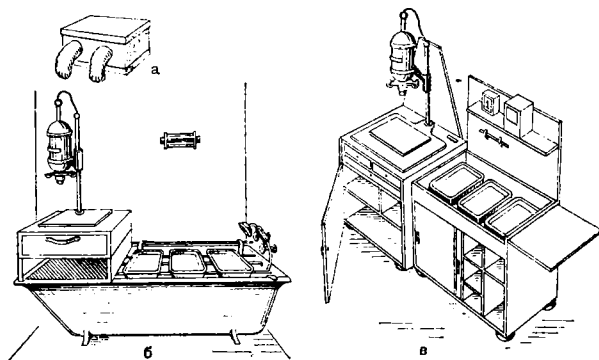


Рис. 70  
Фотолаборатория: а — светонепроницаемый ящик. б — оборудование ванной комнаты, в — лабораторный стол

В больших фотолабораториях должны быть специальные столы, электрощиты с розетками для подключения разных приборов, шкафы для химикатов и растворов, хорошая вентиляция и водопровод.

В домашней фотолаборатории, в которой пользуются обычным столом, под бачки и ванночки с растворами следует подложить в несколько слоев газеты, чтобы они впитывали в себя случайно пролитые растворы. Ванночки с растворами размещают так, чтобы рядом с фотоувеличителем стоял проявитель, а фиксирующий раствор — как можно ближе к ванночке с водой для промежуточной промывки и рядом с ванночкой для окончательной промывки фотоматериала.

Помимо специального оборудования в лаборатории желательно иметь: бутылки, колбы, мензурки, чашки, стеклянные пробирки, цилиндры мерные, ложки фарфоровые или пластмассовые, стеклянные палочки для размешивания растворов, электрическую плитку, пробки, термометры, халаты, полотенца, тряпки и прищепки.

Работающий в фотолаборатории должен приучить себя к аккуратному обращению с оборудованием, посудой и химикатами. Загрязненную посуду следует мыть тотчас после окончания работы. Недопустимо загромождать фотолабораторию ненужным или испорченным оборудованием, битой посудой, тарой от химикатов и др.

Работающий в фотолаборатории должен знать основные свойства применяемых веществ и растворов, степень их ядовитости и способность некоторых веществ вызвать пожар или взрыв.

Легкоокисляющиеся проявляющие вещества — метол, гидрохинон, фенидон, амидол, глицин, парааминодиэтиланилин, этилоксиэтилпарафенилендиамин и др. — следует хранить в посуде, защищающей эти вещества от действия воздуха.

Поташ, едкий натр, едкое кали и другие вещества, обладающие способностью поглощать влагу из воздуха, нужно хранить в посуде с парафинированной корковой пробкой.

Серная и соляная кислоты должны храниться в бутылках, закрытых резиновой пробкой; азотная кислота — в сосуде с притертой пробкой, уксусная кислота — в бутылке с корковой пробкой и т. д.

Сернистый натр, гидросульфит натрия, метабисульфит калия и натрия, роданистый калий, лимоннокислое аммиачное железо, хлорное железо, квасцы хромокалиевые и железоаммиачные хранят в банках с залитыми парафином пробками.

Сульфит натрия, сульфат натрия, соду, тиосульфат натрия, уксуснокислый натрий, марганцовокислый калий, железосинеродистый калий, хлористый аммоний, бензотриазол, гидроксилламин хранят в любой упаковке, защищающей вещества от пыли.

На всех банках с химикатами должны быть этикетки с обозначением, что в них находится.

Посуда для химикатов и растворов должна быть вымыта, высушена и иметь подобранную пробку, так как большинство веществ и растворов при соприкосновении с воздухом могут испортиться.

Твердые химикаты при хранении в банках слеживаются в плотные комки. Поэтому прежде чем брать твердое вещество из банки, ее нужно потрясти закрытой. Затем открыть банку и разрыхлить комки фарфоровым или пластмассовым шпате-

лем или стеклянной палочкой. Просыпавшиеся на стол вещества нельзя всыпать обратно в банку и нельзя использовать для приготовления раствора. Химикаты удобно брать фарфоровой или пластмассовой ложкой.

Взвешивание химикатов следует производить точно, причем их нельзя насыпать на чашку весов, а предварительно нужно подложить кусочек бумажки.

Количество твердого вещества, которое можно растворить в определенном объеме воды, имеет предел, зависящий от свойств взятых веществ и от тех условий, в которых производят растворение. Во многих случаях растворимость твердого вещества можно повысить, если раствор нагревать. Некоторые вещества составляют исключение из этого правила, например безводная сода лучше всего растворяется при температуре 35,2°. Более низкая или высокая температура уменьшает растворимость соды. Некоторые вещества при высокой температуре способны разрушаться, поэтому всегда следует придерживаться рекомендаций, указанных в рецепте раствора или в специальных таблицах.

Скорость растворения химиката зависит от размера его частиц. Чем крупнее куски, тем медленнее идет растворение.

Перед приготовлением растворов для каждого из них должна быть подготовлена посуда: одна — для работы, другая — для хранения раствора. Посуду полезно предварительно проградуйровать мерным цилиндром, отмеривая им определенное количество воды и переливая ее в градуируемую посуду. Если посуда прозрачная, то отметки делают на стенке восковым карандашом, проводя черту, совпадающую с уровнем воды в сосуде. При использовании непрозрачной посуды отметку делают внутри ее эмалевой белой краской. Каждую черту отмечают цифрой, показывающей емкость.

Многие растворы после приготовления необходимо фильтровать. Простейший способ — использовать фильтровальную бумагу, которая не проклеена, более чиста по составу и волокниста. Фильтровальную бумагу укладывают в воронку на 3—5 мм. Укрепив воронку над сосудом, раствор пропускают через фильтр, который будет прочно держаться в воронке, если его сухой край смочить водой. Наливая раствор в воронку, нужно следить за тем, чтобы расстояние от поверхности жидкости до верхнего края бумаги было не менее  $1\frac{1}{2}$  см.

Сосуды с растворами закупоривают резиновыми, корковыми или стеклянными пробками. При длительном хранении

растворов пробки заливают воском или парафином. Часто пользуются обычной детской соской, ее надевают на пробку и после закупоривания отгибают края на горлышко бутылки.

Растворы, бывшие в употреблении, следует держать отдельно и не смешивать со свежими, так как работавшие растворы не только хуже сами сохраняются, но портят свежие растворы.

Для мытья загрязненной посуды надо пользоваться мылом и синтетическими моющими веществами, а также бумажными салфетками.

### Сбор серебра

Фотографическая промышленность потребляет огромное количество весьма дефицитного металлического серебра. На создание фотографического изображения расходуется лишь небольшая доля серебра. Около 70% потребляемого серебра при обработке фотоматериалов переходит в фиксирующие растворы. Это серебро легко извлечь из фиксирующих растворов для последующего использования при изготовлении светочувствительных материалов. Для этой цели применяют химический или электролитический способ.

Из химических способов выделения серебра находит широкое применение сульфидный способ: в фиксирующий раствор вводят 10%-ный раствор технического сернистого натра, который вызывает быстрое выпадение черного хлопьевидного осадка, представляющего собой сернистое серебро. Образовавшийся пастообразный осадок (шлам) отфильтровывают и высушивают до порошкообразного состояния. Для осаждения 1 г серебра в фиксирующий раствор вводят около 1 г сернистого натра.

Сульфидный способ является наиболее простым и надежным. Однако он имеет существенный недостаток, так как в процессе образования сернистого серебра происходит интенсивное выделение сероводорода. Поэтому сульфидное осаждение серебра ведут в хорошо вентилируемом помещении.

При использовании гидросульфитного способа в фиксирующий раствор вводят 10%-ный раствор гидросульфита натрия из расчета 1,7 г на 1 г серебра (водный раствор гидросульфита натрия легко окисляется кислородом воздуха, вследствие чего раствор готовят непосредственно перед употреблением). Процесс осаждения идет медленно, на дно сосуда с фиксирующим раствором выпадает очень

мелкий черный порошок, представляющий собой металлическое серебро. Осаждение может быть ускорено, если фиксирующий раствор подогреть до 100°. После фильтрования серебра фиксирующий раствор пригоден для последующего использования, если к нему добавить бисульфит натрия.

Существует еще способ с применением цинковой пыли. В бутыл с фиксирующим раствором засыпают цинковую пыль из расчета 2 г на 1 г серебра. Процесс осаждения серебра происходит так: в бутыл, залитой на  $\frac{3}{4}$  объема фиксирующим раствором с добавкой цинковой пыли, в течение двух суток выделяется осадок шлама; чтобы осаждение было полным, раствор периодически взбалтывают. Полученный шлам отфильтровывают и высушивают.

При любом из этих способов осаждения серебра конец процесса целесообразно проверить, для чего в пробирку наливают фильтрованный и отработанный фиксирующий раствор. После чего добавляют в пробирку несколько капель 10%-ного раствора сернистого натра. Отсутствие черного осадка на дне пробирки или мутности раствора указывает на полноту осаждения серебра. Если же в растворе появился осадок или раствор стал мутным, его дополнительно следует обработать цинковой пылью.

Электролитический способ выделения серебра из фиксирующих растворов особенно удобен и потому широко распространен. Он прост и не требует расхода химических веществ.

Осаждение серебра ведут в специальных аппаратах с помощью постоянного электрического тока (рис. 71) или в самодельных аппаратах (рис. 72), в которых электрический ток возникает вследствие разности потенциалов, создаваемой гальванической парой электродов. Для этого их изготовляют из разных металлов, например из цинка и меди. При погружении в фиксирующий раствор электродов и соединении проволокой их концов, находящихся выше уровня растворов, возникает электрический ток, под действием которого на медной пластинке (катоде) будет осаждаться серебро из фиксирующего раствора. По окончании процесса выделенное серебро с поверхности катода легко снимается.

Самым простым способом сбора серебра является выпаривание фиксирующего раствора досуха. В этом случае сухой осадок будет содержать все серебро, которое было в фиксирующем растворе.

Количество серебра в фиксирующем растворе зависит от концентрации галогенида серебра в светочувствительном

слое фотоматериала; от фотографического изображения, созданного металлическим серебром, содержание которого может меняться в широких пределах, в зависимости от сюжета съемки, экспозиции и проявления фотоматериала; от количества обработанного фотоматериала; от состава фиксирующего раствора и техники фиксирования.

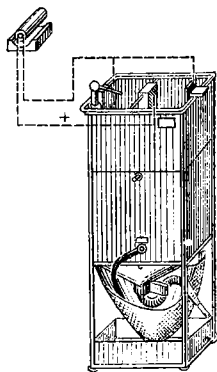


Рис. 71  
Аппарат для осаждения серебра

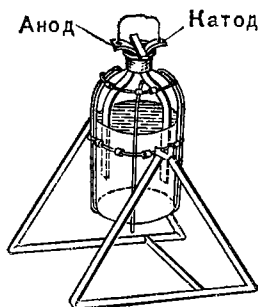


Рис. 72  
Самодельный аппарат для осаждения серебра

Наиболее полный сбор серебра бывает в том случае, если при фиксировании пользовались двух- или трехрастворным способом обработки фотоматериала.

Фиксирующий раствор перед осаждением должен быть нейтральным, для чего кислые и дубящие растворы нейтрализуют 20%-ным раствором едкой щелочи. Состояние раствора определяют лакмусовой бумажкой.

Собранное серебро в виде шлама или другого осадка принимает Московский завод вторичных драгоценных металлов.

### Технология обработки фотоматериала

Обработка фотоматериала осуществляется рядом операций, режимы которых обусловлены технологическим процессом.

Режим характеризуется продолжительностью и условиями выполнения операции.

Продолжительность операции — отрезок времени, затрачиваемый на операцию, например от

момента погружения в раствор фотоматериала до его изъятия из раствора.

К условиям выполнения операции относятся температуры раствора, воды и воздуха, а также способ обработки фотоматериала.

Большинство процессов зависит от температуры: чем ниже температура растворов, тем медленнее идет процесс; чем выше температура, тем быстрее идет процесс. Однако замедление или ускорение процесса в зависимости от температуры для разных фотоматериалов и разных растворов происходит неодинаково. Поэтому таблицы, графики, номограммы, рекомендуемые для внесения поправок в процессы, часто оказываются неточными.

На процесс обработки фотоматериала влияют перемешивание раствора, движение воздуха при сушке и другие факторы. Чем энергичнее воздействие на фотоматериал, тем быстрее идет процесс.

Разные по составу проявляющие растворы по-разному действуют на фотоматериал. Продолжительность проявления тоже влияет на свойства фотоматериала. С увеличением времени проявления светочувствительность фотоматериала повышается до некоторой величины, постоянной для данного эмульсионного слоя. Причем светочувствительность растет неодинаково у разных фотоматериалов и в разных проявляющих растворах. С удлинением времени проявления растет контрастность фотоматериала и повышается плотность вуали. Светочувствительность понижается тем больше, чем короче проявление, одновременно понижаются контрастность и плотность вуали. С укорачиванием времени проявления в разных проявляющих растворах для разных фотоматериалов различна потеря светочувствительности и контрастности.

Для определения оптимального проявления фотоматериала служит с е н с и т о м е т р и я. Отечественные заводы на основании сенситометрических испытаний указывают на упаковке фотоматериала или в прилагаемых инструкциях продолжительность проявления, в каком растворе и при какой температуре следует обрабатывать данный фотоматериал. Например, Шостинский химзавод рекомендует обрабатывать фотопленки в проявителе № 2 (ГОСТ 10691—63) при температуре раствора 20°: «Фото-32» и «Фото-65» — 6 мин, «Фото-130» — 8 мин, «Фото-250» — 12 мин. При этих режимах проявления числа светочувствительности фотопленок будут соответствовать заводским показателям, что

позволит правильно экспонировать фотоматериалы при съемке и получить доброкачественные изображения по плотности, контрастности, вуали и другим характеристикам.

Особенно точно должны соблюдаться режимы обработки цветных фотоматериалов, рекомендованных заводом-изготовителем, так как баланс этих светочувствительных слоев рассчитывается на определенные режимы обработки. Нарушение продолжительности проявления, состава раствора или его температуры может привести к нарушению баланса фотоматериала; изменение в режимах обработки может сказаться на свойствах каждого из светочувствительных слоев цветного фотоматериала. В результате изображение будет цветоискаженным. Поэтому следует настороженно относиться к упрощенным или ускоренным процессам обработки цветных фотоматериалов.

### **Контроль растворов**

Состав и свойства раствора хорошо оцениваются химическими и сенситометрическими методами. Однако эти методы не всегда доступны фотографу.

Для обычной фотографической работы растворы можно проверять с достаточной точностью с помощью эталонного изображения.

Э т а л о н н о е    и з о б р а ж е н и е представляет собой изображение объекта, сфотографированного или напечатанного при строго одинаковых условиях. Для контроля раствора заготавливают серию эталонных изображений, количество которых зависит от объема работы.

Первый эталон обрабатывают такое время, которое близко для обработки фотоматериала в свежеприготовленном растворе, имеющем постоянную температуру. Последующие эталоны обрабатывают в контролируемом растворе перед каждым его использованием при режимах, установленных для первого эталона.

Сопоставлением эталонов легко оценить свойства проявителя. Для доброкачественной работы раствора изображение на первом эталоне и на всех последующих эталонах должно быть строго одинаковым по плотности, контрастности, проработке деталей и плотности вуали. Если контролируют раствор для проявления фотобумаги, необходимо следить за тоном окраски изображения.

Проверку фиксирующего раствора можно вести по времени, затрачиваемому на осветление фотопленки, выбранной в качестве контрольной. Для этого на светочувст-

вительный слой наносят каплю фиксирующего раствора и определяют время, в течение которого участок под каплей становится прозрачным. Стандартный по свойствам раствор должен осветлять контрольную фотопленку всегда одинаковое время.

Отбеливающий, ослабляющий, усиливающий, окрашивающий и другие растворы, которыми пользуются при обработке видимого изображения, состоящего из металлического серебра, можно проверять по проявленному эталонному изображению. Такой эталон получают проявлением в строго стандартных условиях одинаково экспонированного фотографического материала. Эталонное изображение целесообразно заготовить заранее.

Для проверки отбеливающего раствора, используемого в процессе обработки черно-белой обрабатываемой фотопленки, эталон следует проявить, промыть в воде и высушить в темноте. Перед каждым использованием раствора в нем обрабатывают часть фотоматериала с эталонным изображением, которое должно полностью отбелиться за стандартное время для этого раствора. Неполное отбеливание эталонного изображения в течение предусмотренного времени показывает истощение раствора. Чтобы процесс отбеливания протекал при нормальных условиях, фотоматериал с эталоном следует размочить в воде.

Если проверке подлежит ослабляющий раствор, эталонное изображение должно быть стандартно проявлено, хорошо обработано в фиксирующем растворе, тщательно промыто в воде и высушено. Перед проверкой раствора фотоматериал с эталонным изображением размачивается в воде. По скорости ослабления до постоянной плотности эталонного изображения, обработанного в проверяемом растворе, определяют его состояние.

Подобным методом с использованием соответствующих эталонных изображений легко проверить и другие растворы, применяемые для обработки фотоматериалов.

### **Освежение растворов**

В процессе обработки фотоматериалов растворы изменяют свой состав вследствие расхода одних веществ, накопления других, образования новых и смешивания с веществами, заносимыми фотоматериалами из других растворов. Эти изменения в растворе сказываются на стабильности процесса обработки фотоматериала.

Для поддержания постоянства действия растворов в них вводят о с в е ж а ю щ и е (компенсирующие или подкрепляющие) р а с т в о р ы, которые несколько отличаются по составу от рецептов рабочих растворов. В освежающих растворах обычно выше концентрация истощаемых веществ и ниже — накапливаемых веществ в процессе обработки фотоматериала. Например, в рабочем проявляющем растворе расходуются проявляющие, ускоряющие и сохраняющие вещества, а противовуалирующие — накапливаются. Поэтому в освежающем растворе больше проявляющих, ускоряющих и сохраняющих веществ и меньше или совсем нет противовуалирующих веществ. Причем соотношение веществ часто бывает иным, чем в рабочем растворе, вследствие того, что в процессе обработки фотоматериала количество каждого из веществ может изменяться по-разному. На эти изменения влияют характер фотоматериала, продолжительность использования раствора, способ проведения операции и т. д.

При обработке фотоматериала в бачке или ванночке, особенно с малым количеством раствора, освежающим раствором пользоваться затруднительно, так как он будет поддерживать постоянные свойства рабочего раствора только в том случае, если сможет компенсировать все изменения в рабочем растворе. Чтобы правильно рассчитать состав освежающего раствора, необходимо рабочий раствор подвергнуть количественному химическому анализу и определить, какие вещества и в каком количестве следует ввести в рабочий раствор. На основании этого анализа составляют освежающий раствор и определяют объем добавка.

Освежающие растворы широко применяют при массовой обработке фотоматериалов в проявочной машине, в которой каждый из процессов должен быть строго стандартным. Освежающие растворы добавляют в рабочие растворы специальными дозаторами, установленными на машинах.

## **ЗЕРНИСТОСТЬ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Под з е р н и с т о с т ь ю понимают неоднородность структуры фотографического изображения. Зернистость возникает в результате ряда причин. Важнейшая из них — зернистая природа светочувствительного слоя фотомате-

Светочувствительный слой содержит микрокристаллы галогенидов серебра, различные по форме, величине, составу и количеству. Микрокристаллы распределены в слое беспорядочно. Эта особенность сохраняется после экспонирования и проявления фотоматериала. В процессе проявления микрокристаллы галогенидов серебра превращаются в мельчайшие зерна металлического серебра. Чтобы их можно было различить, требуется увеличение почти в 50 раз.

В создании фотографического изображения принимают участие не отдельные зерна металлического серебра, а их скопления (физические или кажущиеся).

**Физическое скопление** — это образование серебряного комка из близко расположенных друг к другу зерен во время проявления фотоматериала. Комки могут иметь губчатый характер вследствие выделения серебра при проявлении в виде очень тонких, беспорядочно свернутых нитей или состоять из плотной массы металла. Если с экспонированными микрокристаллами галогенида серебра оказываются в соприкосновении и неэкспонированные микрокристаллы, то они также могут восстановиться и принять участие в образовании комка, увеличив его размеры.

**При кажущемся скоплении** отдельные зерна металлического серебра, расположенные в толще эмульсионного слоя как бы поэтажно, суммируются, перекрывая друг друга при проекции, и поэтому кажутся как один общий и большой в диаметре комок. Эти комки, разные по размеру и распределению в эмульсионном слое, делают неоднородным, зернистым равномерно экспонированный участок фотоматериала.

Следовательно, впечатление о зернистости черно-белого изображения вызвано не отдельными зернами металлического серебра, а комками, составляющими это изображение.

Цветное изображение также имеет зернистую структуру, созданную временно существовавшими в процессе цветного проявления зернами металлического серебра, которые и обусловили пространственное распределение красителей в эмульсионных слоях цветного фотоматериала.

Зернистая структура цветного изображения несколько отличается от зернистой структуры черно-белого изображения, так как связь между распределением зерен первоначального серебряного изображения и красителей в эмульсионных слоях не является непосредственной, как связь между кристаллами галогенида серебра и проявленным серебром. Форма и размер элемента цветного изображе-

ния не соответствуют форме и размеру проявленного серебряного зерна, а связаны с природой красителя, образуемого в процессе цветного проявления.

Оценка зернистости фотографического изображения относится к наиболее трудным проблемам.

Одна из важнейших задач фотографической промышленности — повысить светочувствительность фотоматериала и снизить его зернистость. В решении этой проблемы достигнуты большие успехи, но до сих пор зернистость зависит от светочувствительности: чем выше светочувствительность фотоматериала, тем крупнее зернистость изображения. Поэтому в целях снижения зернистости рекомендуется применять наименее светочувствительный фотоматериал.

Высокочувствительными фотоматериалами следует пользоваться лишь в тех случаях, если условия съемки не позволяют фотографировать объект на менее светочувствительном фотоматериале. Особенно тщательно следует выбирать фотоматериал, предназначенный для большого увеличения изображения.

Замечено, что изображения одних объектов кажутся крупнозернистыми, а других — мелкозернистыми, хотя они получены на одной фотопленке и все прочие условия получения изображения были одинаковы. Рассматривая эти изображения, можно обнаружить, что малоконтрастные объекты, имеющие крупные детали, например пейзаж с безоблачным небом, занимающим большую часть кадра, или пейзаж с ровно освещенным снежным полем, или большая и однотонная стена здания, кажутся к р у п н о з е р н и с т ы м и. Зернистость заметна также на средних по плотности деталях изображения объекта. Мелкие, темные и светлые детали в рассматриваемых изображениях кажутся менее зернистыми.

Изображения объектов, в которых отсутствуют большие и ровные по освещению детали, например пейзаж с облачным небом, здание с архитектурной отделкой и др., оцениваются как м е л к о з е р н и с т ы е. С повышением контрастности объекта съемки зернистость как бы уменьшается. Поэтому, выбирая объекты и условия съемки, следует учитывать степень увеличения изображения при печати.

В слабощелочной среде проявляющие вещества не выявляют в полной мере свою восстанавливающую способность и как бы недопроявляют изображение, обеспечивая тем самым получение прозрачных негативов, оцениваемых как мелкозернистые.

Очень часто зернистость приписывают составу проявляющего раствора. В связи с этим создано большое количество рецептов так называемых мелкозернистых проявителей.

Мелкозернистые проявители имеют малую активность, незначительную щелочность раствора, большую концентрацию сульфита натрия и иногда содержат растворители галогенидов серебра.

Слабощелочную среду в проявляющем растворе получают за счет применения буры или других щелочей в малом количестве. Причем сама бура, как и другие щелочи, никакого влияния на зернистость изображения не оказывает.

Растворители галогенидов серебра используются в мелкозернистых проявляющих растворах для уменьшения размеров серебряных комков, создающих изображение. Растворителем может быть сульфит натрия, поэтому его вводят в проявитель в большом количестве. В некоторые мелкозернистые проявители добавляют роданистый калий. Он также растворяет галогениды серебра, но действует менее активно, чем сульфит натрия. В результате обработки негативного фотоматериала проявляющими растворами, содержащими растворители, изображение получается пониженной плотности и меньшей зернистости.

Введение в проявляющий раствор борной кислоты, лимоннокислого натрия и других химикатов, часто рекомендуемых в рецептах, на зернистость изображения влияния не оказывает.

Слабощелочные проявители мало активны и весьма чувствительны к бромистому калию в растворе, который не только снижает плотность вуали, но и мешает образованию темных деталей объекта. Чем больше бромистого калия в проявителе, тем хуже проработаны на негативе темные детали объекта. Поэтому большинство мелкозернистых проявителей либо совсем не содержат бромистого калия, либо имеют его в очень малом количестве.

В процессе проявления из светочувствительного слоя фотоматериала непрерывно выделяются бромистые соли. По мере их накопления в растворе на негативе ухудшается проработка темных деталей объекта. В связи с этим в мелкозернистых проявителях можно обрабатывать значительно меньше фотоматериала, чем в обычных растворах. Если в истощенном проявителе, т. е. накопившем бромистые соли, продолжать обработку фотоматериала сверх предусмотренной нормы (5—6 м фотопленки в 1 л проявителя), то

характер получаемых негативов изменится. Удлинением времени проявления можно добиться нормальной плотности в сильно экспонированных участках, но темные детали объекта будут проработаны тем хуже, чем больше накопилось в растворе бромистых солей.

Иногда вместо специальных мелкозернистых проявителей рекомендуют пользоваться обычными проявителями, разбавленными водой. Снимки, предназначенные для обработки в разбавленном проявителе, должны быть сделаны с тем большей экспозицией, чем сильнее разбавлен проявитель. Также соответственно увеличивается время проявления фотоматериала. Разбавление проявителя сказывается главным образом на проработке темных деталей объекта.

Удлинением времени обработки в разбавленном проявителе можно получить негатив, у которого яркие детали проработаны одинаково с негативом, обработанным в мелкозернистом проявителе. Однако темные детали объекта окажутся различными. Чем больше разбавляется проявитель, тем хуже воспроизводятся темные детали.

Негативы, обработанные в проявителе, содержащем растворитель галогенида серебра, иногда имеют на эмульсионном слое поблескивающий налет, заметный в отраженном свете. Этот налет состоит из мельчайших частичек металлического серебра, но он не мешает печатанию изображения и не увеличивает его зернистость.

Необходимо заметить, что степень снижения зернистости изображения любым из специальных проявителей весьма ограничена. Добиваясь обработкой фотоматериала в мелкозернистых проявителях плотных негативов или с повышенным контрастом, уничтожают даже те их малые преимущества, которые можно получить при работе с этими растворами. Негативное изображение, обработанное в мелкозернистом проявителе, должно быть несколько прозрачнее и менее контрастнее того, которое получается при обработке в обычном проявителе.

Мелкозернистые проявители выравнивают по плотности и контрасту снимки, сделанные с разными экспозициями, поэтому такие проявители называют **выравнивающими**.

Зернистость изображения зависит не только от качества негатива, но и от того, как и на чем будет отпечатан с него позитив.

Контрастные и глянцевые фотобумаги четко воспроизводят мелкие детали объекта, но увеличивают впечатление

о зернистости изображения. С повышением глянца зернистость делается заметнее.

Матовые, полуматовые и структурные фотобумаги менее четко воспроизводят мелкие детали объекта и несколько смягчают зернистость в позитивном изображении. Позитивы большого размера, например  $30 \times 40$  см и выше, рекомендуются печатать на структурных фотобумагах, так как фактура их поверхности расщепляет все изображение на отдельные ячейки, которые мешают видеть зернистость изображения.

На зернистость изображения оказывает влияние способ печатания. Широко распространенные фотоувеличители с конденсором, дающим направленный свет, подчеркивают зернистость негатива. Поэтому для печатания малоформатных негативов лучше пользоваться фотоувеличителем, у которого конденсор имеет матовое стекло, установленное на пути световых лучей. Еще лучший результат будет при печатании негатива фотоувеличителем, не имеющим конденсора, в котором негатив освещается равномерно рассеянным светом.

Для уменьшения зернистой структуры изображения в процессе печатания применяют сетки, диффузоры и другие приспособления, несколько снижающие резкость в позитиве. Небольшая потеря резкости при печатании меньше сказывается на качестве позитивного изображения, чем нерезкость в негативе. Чтобы потеря резкости была незаметной, экспонирование фотобумаги ведут в два этапа: сначала с рассеивателем, а затем без него. В этих же целях фотобумагу экспонируют с полным открытием диафрагмы объектива в фотоувеличителе.

Зернистость ограничивает степень увеличения негативного изображения при его печатании. Поэтому, фотографируя тот или иной объект, надо находить такое расположение его в кадре, при котором нет необходимости кадрировать изображение при печатании за счет площади негатива.

Чем больше размер позитива, тем больше расстояние, с которого будут рассматривать изображение, и тем труднее разглядеть его зернистость.

Увеличенное с нерезкого негатива изображение имеет повышенную зернистость. Так, неточная установка объектива на резкость приводит к увеличению кружка рассеяния, в результате детали изображения получают с контурами, около которых заметна зернистая структура. Изображение оказывается нерезким, если в момент срабатывания затвора произошел сдвиг фотоаппарата или он вибрировал, если при

съемке быстро движущихся объектов была недостаточно короткая выдержка. На резкость изображения влияют также недоброкачественные светофильтры, отсутствие бленды на объективе и паразитный свет.

Изображение получается зернистым, если печатание велось с вялого, серого негатива, который может получиться из-за съемки с загрязненным или запотевшим объективом. Также крупнозернистыми будут изображения, при съемке которых допущены значительные ошибки в экспозиции. При недостаточной экспозиции детали объекта воспроизводятся средними по плотности почернениями, на которых особенно заметна зернистость.

Избыточная экспозиция при съемке приводит к появлению плотного негатива. Если с такого негатива сделать позитив с хорошо проработанными деталями, изображение получится с повышенной зернистостью.

Следовательно, допустимый масштаб увеличения изображения зависит от качества негатива, позитивного процесса и условий, при которых рассматривается позитив.

Фиксирование, водные промывки, сушка и другие операции, применяемые в процессе обработки фотоматериала, почти не влияют на зернистость изображения.

Негатив может быть черно-белым и цветным. На черно-белом негативе изображение деталей будет иметь тем большее почернение, чем ярче детали в объекте съемки, и наоборот, — оно будет тем прозрачнее, чем темнее детали в объекте.

В цветном негативе детали по цвету противоположны цвету деталей в объекте съемки.

Негативное изображение получают на фотопленке, фотопластинке и фотобумаге.

### **НЕГАТИВНЫЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Негативные фотоматериалы имеют различную светочувствительность, контрастность, фотографическую широту, разрешающую способность и пр.

#### **Черно-белые и цветные негативные фотоматериалы**

Характеристики негативных фотопленок и кинопленок приведены в табл. 13, фотопластинок — в табл. 14.

Характеристики черно-белых фотоматериалов зарубежных фирм даны в табл. 15, а цветных негативных фотоматериалов (отечественных и зарубежных) — в табл. 16.

Таблица 13

Название фотоленки и киноленки	Светочувствительность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастности	Фотографическая скорость	Разрешающая способность	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
"Фото-32"	28—55	0,8	1,5	116	Стандартный № 2	6—10	Портретная съемка и при большом увеличении изображения
"Фото-65"	55—110	0,8	1,5	92	То же	6—10	Съемка любых объектов
"Фото-130"	110—220	0,8	1,5	75	" "	8—14	Съемка при малой освещенности объекта
"Фото-250"	220—500	0,8—1,0	1,5	70	" "	8—14	Съемка при очень малой освещенности и быстро движущихся объектах
КН-1	11	0,65	1,5	135	Стандартный № 3	8—14	Портретная съемка и при большом увеличении изображения
КН-2	32	0,65	1,5	100	То же	8—14	Портретная и пейзажная съемка

Продолжение табл. 13

Название фотопленки и кинопленки	Светоув- ствитель- ность, ед. ГОСТа	Коеффи- циент контраст- ности	Фотогра- фиче- ская ин- форма- ция	Разреша- ющая спо- соб- ность	Название проявителя	Время обработ- ки, мин	Примечание
КН-3	90—130	0,65	1,5	80	" "	8—14	Съемка любых объектов
КН-4, ВЧ	220—500	0,65—1,0	1,5	75	" "	10—16	Съемка при очень малой освещенности и быстро движущихся объектов
ФТ-10 (фототехническая несенсибилизирован- ная)	10—22	1,3	1,2	100	ФТ-1, ФТ-2	2—8	Репродукция полутоновых оригиналов
ФТ-20 (фототехническая несенсибилизирован- ная)	4	2,0—2,8	—	100	То же	2—8	Репродукция полутоновых и штриховых оригиналов
ФТ-30 (фототехническая несенсибилизирован- ная)	1,4	3,2	0,6—0,8	110	" "	2—8	Репродукция штриховых оригиналов
ФТ-11 (фототехническая ортохроматическая)	16—32	1,0	1,5	110	" "	2—8	Репродукция цветных полутоновых оригиналов

Название фотопленки и кинопленки	Светочувствительность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастности	Фотографическая ширина	Разрешающая способность	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
ФТ-21 (фототехническая ортохроматическая)	4	2,5	—	100	" "	2—8	Репродукция цветных полутонных и штриховых оригиналов
ФТ-31 (фототехническая ортохроматическая)	1,4	3,2	—	110	" "	2—8	Репродукция цветных штриховых оригиналов
ФТ-12 (фототехническая изопанхроматическая)	65—130	1,0	1,5	73	" "	2—8	Репродукция цветных полутонных и штриховых оригиналов
ФТ-22 (фототехническая изопанхроматическая)	16	2,0—2,8	—	100	" "	2—8	Репродукция цветных полутонных и штриховых оригиналов
ФТ-32 (фототехническая изопанхроматическая)	16	3,2	—	110	" "	2—8	Репродукция цветных штриховых оригиналов

Название фотопленки и киноплёнки	Светочувствительность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастности	Фотогрфическая широта	Разрешающая способность	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
„Микрат-200“ (ортохроматическая)	2,7	3,0	—	200	Стандартный № 1	2—3	Микрофильмирование и репродукция штриховых оригиналов
„Микрат-300“ (ортохроматическая)	2—3	4,5	—	300	То же	2—3	То же
РФ-3 (изохроматическая)	600	1,7	—	—	” ”	6—8	Съёмка зеленых пейзажей, с экрана телевизора и флюорография
РФ-4 (изохроматическая)	850	1,7	—	—	” ”	6—8	То же
„Панхром-10“ (панхроматическая)	600—1000	2,0	—	70	” ”	6—8	Съёмка в пасмурную погоду, при малой освещённости и аэрофото-съемка
„Изопанхром-13“ (изопанхроматическая)	2000	1,5—2,0	—	70	” ”	6—8	То же

Название фотопленки и кинопленки	Светочувствительность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастности	Фотографическая широта	Разрешающая способность	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
„Изопанхром-17“ (изопанхроматическая)	500—800	2,0	—	100	„ “	6—8	Съемка в пасмурную погоду, при малой освещенности и аэрофото-съемка
„Изопанхром-18“ (изопанхроматическая)	100	3,0—3,5	—	250	„ “	6—8	Съемка в пасмурную погоду и аэрофото-съемка
„Изопанхром-20“ (изопанхроматическая)	400—700	2,0—2,5	—	100	„ “	6—8	То же
„Инфрахром-760“ (инфрахроматическая)	100—200	2,0—2,5	—	80	„ “	6—8	Съемка под „лунную ночь“ и аэрофото-съемка
„Инфрахром-880“ (инфрахроматическая)	300	1,8—2,0	—	70	„ “	6—8	То же

Таблица 14

Название фотопластинки	Светочувст- витель- ность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастно- сти	Фотогра- фическая широга	Разрешаю- щая способ- ность	Время проявле- ния в стан- дартном проявите- ле № 1, мин	Применение
"Фото-90" (мягкие)	90	0,9	1,2	70	4--8	Портретная съемка и контрастных объектов
"Фото-90" (нормальные)	90	1,3	1,2	70	4--8	Съемка любых объектов
"Фото-90" (контрастные)	90	1,7	0,9	70	4--8	Съемка в пасмурную погоду
"Фото-130" (мягкие)	130	0,9	1,2	60	4--8	Портретная съемка и контрастных объектов
"Фото-130" (нормальные)	130	1,3	1,2	60	4--8	Съемка любых объектов
"Фото-130" (контрастные)	130	1,7	0,9	60	4--8	Съемка в пасмурную погоду
"Фото-180" (мягкие)	180	0,9	1,2	60	4--8	Съемка контрастных объектов

Название фотопластинки	Светочувст- витель- ность ед. ГОСТа	Коэффициент контрастно- сти	Фотогра- фическая широта	Разрешаю- щая способ- ность	Время проявле- ния в стан- дартном проявите- ле № 1, мин	Применение
"Фото-180" (нормальные)	180	1,3	1,2	60	4—8	Съемка любых объектов
"Фото-180" (контрастные)	180	1,7	0,9	60	4—8	Съемка в пасмурную погоду
"Фото-250" (мягкие)	250	0,9	1,2	55	4—8	Съемка контрастных объектов
"Фото-250" (нормальные)	250	1,3	1,2	55	4—8	Съемка любых объектов
"Фото-250" (контрастные)	250	1,7	0,9	55	4—8	Съемка в пасмурную погоду
"Фото-350" (мягкие)	350	0,9	1,2	55	4—8	Съемка контрастных объектов

Название фотопластики	Светоувеличительность, ед. ГОСТа	Коэффициент контрастности	Фотографическая широта	Разрешающая способность	Время проявления в стандартном проявителе № 1, мин	Применение
„Фото-350“ (нормальные)	350	1,3	1,2	55	4—8	Съемка любых объектов
„Фото-350“ (контрастные)	350	1,7	0,9	55	4—8	Съемка в пасмурную погоду
Репродукционные-полутоновые (нормальные)	8	1,3	1,2	70	4—8	Репродукция полутонных оригиналов
Репродукционные-полутоновые (контрастные)	8	1,7	0,9	70	4—8	То же
Репродукционные штриховые	5	3,0—4,0	—	80	4—8	Репродукция штриховых оригиналов
„Микро“ (ортохроматические)	45, 65, 90, 130	2,8	—	70	4—8	Микросъемка и микрокопирование

Таблица 15

Название фотоматериала	Фирма и страна	Светочувствительность		Коэффициент контрастности	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
		ед. ГОСТа	ДИН				
NP-15	„ОРВО“ ГДР	22	15	0,65—0,8	„Орво-14“	12—15	Портретная съемка и при большом увеличении изображения
NP-20	То же	65	20	0,65—0,8	То же	12—15	Съемка любых объектов
NP-27	” ”	350	27	0,65—0,8	” ”	12—15	Съемка при малой освещенности и быстро движущихся объектов
NI-750 (инфрахроматический)	” ”	—	—	—	—	—	Съемка под „лунную ночь“ и аэрофотосъемка
ДК-3 (ортохроматический)	” ”	—	—	2,5—3,0 {	„Орво-14“ „Орво-74“	12—15 2—3	Репродукция полutoновых и штриховых оригиналов

Продолжение табл. 15

Название фотоматериала	Фирма и страна	Светочувствительность		Коэффициент контрастности	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
		ед. ГОСТа	ДИН				
„Фортелан-27“ (ортохроматический)	„ФОРТЕ“ ВНР	32	17	0,9	—	—	Портретная съемка и при большом увеличении изображения
„Фортелан-30-Супер“ (панхроматический)	То же	65	20	0,8—0,9	—	—	Съемка любых объектов
„Фортелан-34-Рapid“ (панхроматический)	„ “	130	23	0,8—0,9	—	—	То же
„Фортелан-37-Ультра- rapid“ (панхроматический)	„ “	250	26	0,9	—	—	Съемка при малой освещенности и быстро движущихся объектов
„Фотоплан-Ф“	„ФОТОН“ ПНР	45	18	0,6—0,8	„Фотон-11“	5—7	Съемка любых объектов

Название фотоматериала	Фирма и стран	Светочувствитель- ность		Коэффици- ент контраст- ности	Название проявителя	Время обработки, мин	Применение
		ед. ГОСТа	ДИН				
„Фотопан-С“	Фотон ГНР	130	22	0,6—0,8	Фотон-11	7—10	То же
„Фотопан-У“	То же	250	26	0,6—0,8	То же	8—12	Съемка при малой освещенности и быстро движущихся объектов

Таблица 16

Название фотоматериала	Фирма и страна	Светочувствительность		Коэффициент контрастности	Освещение объекта съемки
		ед. ГОСТа	ДИН		
ЦНД-22	СССР	22	15	0,65	Дневное
ЦНД-32	То же	32	16	0,65	Лампы накаливания
ЦНД-90	„ „	90	21	0,65	То же
NC-16 („Орвоколор“)	„ОРВО“ ГДР	32	16	0,75	Любое
NC-19 Mask („Орвоколор“)	То же	65	19	0,75	Любое

### Фототехнические бумаги

На фототехнических бумагах репродуцируют чертежи, схемы, рисунки, различные тексты и другие подобные материалы.

Рефлексная фотобумага имеет эмульсионный слой с высокой контрастностью (не ниже 3,0) и низкой светочувствительностью (меньшей, чем у фотобумаги «Унибром» в 30—60 раз). Эмульсионный слой без промежуточного баритового подслоя нанесен непосредственно на тонкую бумажную подложку с равномерной и мелкой структурой.

Оригинал, выполненный карандашом, чернилами или тушью, репродуцируют путем прижима к нему эмульсионного слоя рефлексной фотобумаги и экспонируют через ее подложку. Такое необычное экспонирование удобно для репродуцирования оригинала в натуральную величину без фотоаппарата. Изображение получается только за счет рефлектирующего света, отраженного светлыми деталями оригинала. Экспонирование ведут с помощью специальных

аппаратов, например копировальной рамы РКУ-7 одесского завода «Полиграфмаш», на обычном копировальном станке или на столе, прижав фотобумагу к оригиналу зеркальным стеклом. Экспозиция при освещении фотобумаги должна быть очень точной, ее подбирают по ступенчатой экспонограмме. Фотографическую обработку фотобумаги можно проводить при желтом или светло-оранжевом освещении в проявляющем растворе, обеспечивающем высокий контраст изображения. Прочие операции аналогичны с обработкой обычной фотобумаги.

Чтобы повысить прозрачность подложки и сделать негатив удобным для печатания, его обрабатывают машинным или трансформаторным маслом, раствором канифоли в скипидаре или трикрезилфосфата в метиловом спирте.

**Фотостатная фотобумага** имеет эмульсионный слой, sensibilizированный к желто-зеленой части спектра, высокую контрастность (1,6) и светочувствительность, близкую к негативным фотопластинкам. Эмульсионный слой нанесен на тонкую бумажную подложку с баритовым подслоем или без баритового подслоя.

Репродуцирование изображения на фотостатную бумагу производят в специальных аппаратах — **фотостатах**, в которых осуществляются все процессы обработки. Оригинал воспроизводится в виде прямого негативного изображения — белые буквы или линии на черном фоне.

## **ТЕХНИКА ОБРАБОТКИ ФОТОМАТЕРИАЛОВ**

Для обработки фотоматериалов применяют различное оборудование: ванночки, бачки, баки и специальные сложные агрегаты — проявочные машины, в которых осуществляют все процессы, начиная с проявления и заканчивая сушкой фотоматериала.

### **Обработка роликовых фотопленок**

Обработку перфорированных и неперфорированных роликовых фотопленок ведут в бачке из пластмассы или нержавеющей стали различной конструкции (рис. 73).

Бачок плотно закрывается крышкой, что позволяет вести обработку на свету, исключая лишь зарядку фотоплетки в бачок для проявления. Чем больше объем раствора в бачке, тем равномернее протекают процессы обработки фотоплетки.

Обработка фотопленки в бачке требует некоторого навыка, который следует приобрести до работы с негативным материалом. Для этого берут какую-либо использованную фотопленку и при дневном освещении закладывают ее в катушку или соединяют с коррексом. Эту операцию производят до тех пор, пока не выработается быстрота зарядки фотопленки в бачок. Фотопленка должна быть намотана таким



Рис. 73  
Бачки для обработки фотопленок

образом, чтобы ее эмульсионный слой не прикасался к подложке или к ленте коррекса.

Прежде чем приступить к обработке негативного материала, необходимо вымерить бачок водой и отметить на стенке бачка тот уровень раствора, при котором обеспечивается полное погружение намотанной на катушку или коррекс фотопленки. Нужный объем можно отметить и на сосуде, из которого заливается раствор. Затем раствор следует охладить или подогреть до температуры, предусмотренной процессом. Эбонитовый бачок сохраняет температуру раствора в течение 20—25 мин.

Бачок, катушка и коррекс должны быть предварительно тщательно промыты (желательно в теплой воде) и насухо протерты, так как в спирали катушки и бугорках коррекса могут сохраниться остатки растворов, в которые они погружались раньше, например фиксирующий. Эти загрязнения становятся причиной порчи обрабатываемого фотоматериала.

Катушки существуют нескольких конструкций, но широко используется та, которая не требует разборки для намотки фотопленки. Для зарядки фотопленки входные устья дисков катушки устанавливают против друг друга и вводят в каналы катушки подрезанный конец фотопленки эмульсионной стороной к оси катушки. Затем фотопленку начинают продвигать вперед по спиральному каналу катушки. При появлении сопротивления в продвижении фотопленки ее дальнейшее наматывание производят путем поочередного поворачивания дисков катушки, придерживая при этом фотопленку за ее подложку то с одной, то с другой стороны.

Разборная катушка заряжается по-другому. Сначала поворотом вправо и влево верхний диск снимают с оси катушки. Конец фотопленки эмульсионной стороной наружу укрепляют в продольном вырезе на втулке катушки. После закрепления фотопленки ее наматывают на витки катушки. Чтобы фотопленка правильно располагалась в спиральных бороздках, при намотке ее наклоняют под некоторым углом к спирали катушки.

Пользуясь коррексом, фотопленку следует наматывать эмульсионной стороной к выпуклым бугоркам коррекса. Намотка должна быть ровной. Края фотопленки должны совпадать с краями коррекса. Для того чтобы фотопленка не развернулась во время обработки, поверх коррекса надевают очень слабое резиновое кольцо. Это кольцо лишь удерживает фотопленку от разворачивания, но ни в коем случае не сжимает ее, иначе на фотопленке в местах нажима появятся прозрачные участки, не имеющие изображения, так как к ним не поступал раствор.

Фотопленку, намотанную на катушку или коррекс, осторожно погружают в бачок с раствором, после чего бачок плотно прикрывают крышкой таким образом, чтобы выступ на боковой стенке вошел в канавку сливного желобка. В противном случае возможна засветка фотопленки. Погруженную катушку несколько раз энергично поворачивают с помощью рукоятки. Убедившись, что крышка плотно закрывает бачок, можно зажечь белый (не очень яркий) свет.

Фотопленку, намотанную на катушку или коррекс, можно первоначально поместить в пустой бачок, а затем через отверстие в крышке залить заранее отмеренный раствор проявителя. Эту операцию можно делать при белом освещении.

Вращение катушки в растворе способствует равномерному течению проявления. Поэтому некоторые фотографы для вращения катушки в бачке приспособливают моторчик, который толчками вращает катушку в бачке. Такое движение фотопленки в растворе создает наилучшие условия проявления, негативное изображение приобретает больший контраст, чем при проявлении без вращения катушки.

Для фотопленок, не имеющих указаний, в каком растворе и какое время их нужно проявлять, а также в случаях, когда фотопленки хотят обработать в неизвестном проявителе, продолжительность проявления устанавливают по экспознограммам. Для этого делают три экспознограммы, содержащие снимки одного объекта, сфотографированного при одной диафрагме объектива и с разными выдержками. Экспознограммы обрабатывают в проявителе разное время, близкое к предполагаемому, например в мелкозернистом проявителе 8, 12 и 16 мин. Сопоставляя изображения в экспознограммах, устанавливают режим проявления фотопленки.

В тех случаях, когда по содержанию снимка необходимо получить изображение с пониженной контрастностью, обработка фотопленки может отличаться от стандартной по составу проявляющего раствора или по продолжительности проявления. Для понижения контрастности изображения сокращают время проявления или применяют мягкорботающий проявитель, для повышения контрастности — удлиняют время проявления или пользуются контрастнорботающим проявителем. Следует лишь учитывать, что при любом из этих случаев число светочувствительности фотопленки не будет соответствовать фабричным данным. Для уточнения светочувствительности фотопленки и режима ее обработки также пользуются экспознограммами.

Безуспешны попытки устанавливать продолжительность проявления фотопленки по первым следам изображения или по почернению светочувствительного слоя, так как эти признаки зависят от строения светочувствительного слоя, его толщины, вида проявителя и многих других причин, не связанных с продолжительностью проявления фотопленки.

После того как фотопленка пробыла в проявляющем растворе определенное время, раствор из бачка выливают через сливное отверстие в сосуд или водопроводную раковину. Опорожненный бачок заливают водой или каким-либо раствором, предусмотренным процессом, после чего

вновь вращают катушку с фотопленкой. Так, поочередно заменяя один раствор другим, проводят весь процесс обработки фотоматериала.

Пользование одним бачком не всегда обеспечивает качественную обработку, особенно при работе с цветными фотопленками, которые очень чувствительны к малейшим загрязнениям. Поэтому целесообразно проводить обработку в нескольких бачках, выделив для каждого раствора самостоятельный.

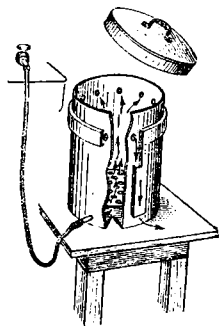


Рис. 74  
Бачок для промывки  
фотопленки

Бачок для промывки желательно оборудовать так, чтобы вода энергично обмывала всю поверхность фотопленки (рис. 74).

При пользовании очень энергичными или быстрыми проявляющими растворами на изображении иногда появляются темные полосы, называемые прострелами. Они возникают во время погружения катушки или коррекса в раствор, который, прорываясь сквозь перфорационные отверстия, создает струю, действующую более энергично, чем весь остальной раствор. Для устранения этого дефекта рекомендуется катушку с фотопленкой предварительно выдерживать некоторое время в чистой воде, а затем уже погружать в проявляющий раствор. Естественно, что продолжительность проявления в этом случае будет больше, чем без предварительной водной ванны, так как действие проявителя будет ослаблено водой, пропитавшей эмульсионный слой. Изменится несколько и характер изображения.

#### **Обработка фотопластинок, плоских фотопленок и фототехнических бумаг**

Обработку фотопластинок, плоских фотопленок и фототехнических бумаг ведут в горизонтальных ванночках (рис. 75), бачках (рис. 76) или в специальных машинах.

Ванночки могут быть фаянсовыми, эмалированными и пластмассовыми. Фаянсовые ванночки отлично отмываются и потому особенно пригодны для обработки цветных фотоматериалов.

Для каждого раствора целесообразно иметь отдельную ванночку, помеченную соответствующей надписью. Ван-

ночки по размеру должны быть такими, чтобы обрабатываемые фотоматериалы не касались друг друга. Например, для проявляющего раствора — меньшего размера, для фиксирующего — вдвое большего, для воды — вчетверо большего. Ванночки располагают на столе в последовательности, соответствующей технологическому процессу. Прежде чем

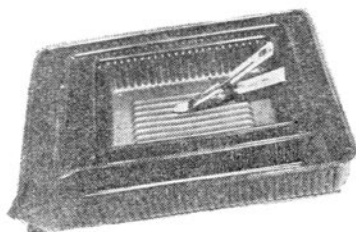


Рис. 75  
Ванночки для обработки фотопластинок, плоских фотопленок и фотобумаги

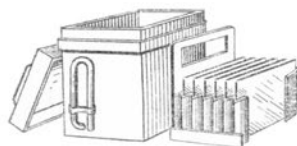


Рис. 76  
Бачок для обработки фотопластинок и плоских фотопленок

приступить к обработке, все растворы подогревают или охлаждают до нужной температуры. В тех случаях, когда условия лаборатории не дают возможности поддерживать температуру проявителя, ванночку с раствором помещают в большую ванну, залитую водой той температуры, которая должна быть у проявителя или другого раствора. Необходимо следить за тем, чтобы вода не попала в раствор при покачивании ванночки с фотоматериалом. Подготовленные растворы должны быть залиты в ванночки так, чтобы уровень раствора был на 1—1,5 см над фотоматериалом.

Приступая к обработке, фотопластинку держат за ребра и осторожно погружают в раствор. Чтобы плоская фотопленка не сворачивалась, ее предварительно укладывают в рамки из пластмассы или укрепляют с помощью резинки на отмытом стекле. Раствор должен быстро покрыть весь эмульсионный слой фотоматериала. Для этого ванночку немного наклоняют, а затем энергично покачивают. При покачивании раствор равномерно и постоянно действует на всю площадь обрабатываемого фотоматериала и одновременно смывает с его поверхности пузырьки воздуха, которые мешают проникновению проявителя в эмульсионный слой и в результате на изображении могут проявиться пятна, воспроизводящие формы пузырьков. При энергичном покачивании эти пузырьки смываются.

Проявление ведут в абсолютной темноте или при освещении фонаря со светофильтром, пропускающим свет, не действующий на обрабатываемый фотоматериал. Чтобы предохранить светочувствительный слой от постороннего света, иногда проникающего в лабораторию, в начале обработки ванночку прикрывают куском фанеры или картона. По истечении нескольких минут пребывания фотоматериала в растворе его светочувствительность значительно понижается и потому в дальнейшем крышку можно снять.

Следить за ходом проявления изображения можно лишь в том случае, если фотоматериал не чувствителен к какому-либо цветному освещению. В этом случае фотоматериал осторожно вынимают из раствора и рассматривают очень быстро образовавшееся изображение в свете лабораторного фонаря.

Определить точно продолжительность проявления фотоматериала путем рассматривания изображения при темном освещении лабораторного фонаря очень трудно, так как различные виды фотоматериалов и различные изображения по-разному ведут себя в процессе обработки. Часто считают, что появление хорошо видимого изображения на негативной фотопленке со стороны подложки показывает на окончание процесса проявления. В действительности же одни изображения быстро появляются со стороны подложки, а другие, наоборот, — медленно, и ориентировка по таким признакам крайне неточна.

Правильнее будет обрабатывать фотоматериал в течение времени, рекомендованного заводом-изготовителем, и в том растворе, который предназначен для данного типа фотоматериалов.

После обработки в проявляющем растворе фотоматериал переносят в ванночки с другими растворами. При этом необходимо дать стечь раствору и только после этого погружать фотоматериал в другой раствор. Обращаться с фотоматериалом следует осторожно, так как эмульсионный слой в набухшем состоянии очень легко повреждается. Нельзя допускать прикасания одной фотопластинки или фотопленки к другой во время нахождения их в растворе: из-за этого на изображении возникают полосы, пятна и царапины.

Обработка фотопластинок, плоских фотопленок и листов фотобумаги в баке, изготовленном из пластмассы, удобна в том случае, если одновременно нужно обработать большое количество фотоматериала.

Весь процесс обработки фотоматериала можно осуществить в одном баке, сменяя в нем поочередно растворы и воду.

Уровень растворов в баке должен быть на 1—2 см выше над фотоматериалом. Также постоянной должна быть температура раствора.

Фотопластинки, плоские фотопленки и листы фотобумаги вдвигают в пазы стойки и погружают их в раствор проявителя. Стойку периодически вынимают из раствора и таким образом перемешивают проявитель или вращают стойку, если устройство бака предусматривает эту возможность. Вынимая стойку, ее немного наклоняют и дают стечь раствору в течение 2—3 сек. После проявления раствор в баке заменяют водой или другим раствором и продолжают обработку до тех пор, пока все операции, предусмотренные для данного фотоматериала, не будут выполнены.

После работы растворы, если они не истощены, должны быть слиты в сосуды, в которых они обычно хранятся. Сливание растворов целесообразно проводить через бумажный фильтр. Растворы, оставленные в ванночках, бачках и баках, быстро портятся, особенно проявитель, который легко окисляется при соприкосновении с воздухом.

Напомним, что при длительной работе с одними и теми же растворами температура их может изменяться, что сказывается на качестве фотографического изображения. Поэтому следует периодически проверять температуру каждого раствора и в случае необходимости доводить ее до нормы путем подогрева или охлаждения.

Заканчивается обработка негативных материалов промывкой в воде и сушкой.

Негативные фотоматериалы следует промывать 30—40 мин в проточной воде при температуре, близкой к температуре раствора, из которого был вынут материал. Зимой, когда вода много холоднее фиксирующего раствора, переносить негативы сразу же в холодную воду нельзя, так как резкая смена температуры может привести к пузырению и сморщиванию эмульсионного слоя. Сначала негативы следует погрузить на несколько минут в ванночку или бачок с водой, подогретой до 10—12°, а затем уже промывать в холодной воде. Чем холоднее вода, тем дольше следует промывать фотоматериал, например: при 10° — 40—50 мин, при 20° — 30 — 35 мин, при 25° — около 20 мин.

Если проточной воды нет, негативы промывают в воде, сменяемой пять-шесть раз, увеличивая продолжительность промывки на 30—40%.

Промытый фотоматериал перед сушкой ополаскивают в смачивателе ОП-7 или ОП-10, чтобы предохранить про-

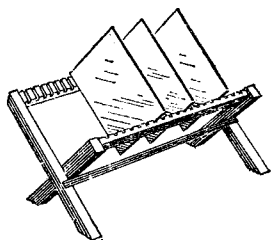


Рис. 77  
Станок для сушки фотопла-  
стинок

зрачную подложку фотоматериала от следов высохших капель воды и ускорить сушку.

Сушку фотоматериалов ведут в чистом помещении при ровной температуре. Фото пленки для сушки развешивают на бечевках и прикрепляют зажимами или помещают в сушильный шкаф. Фотопластинки устанавливают в станок (рис. 77) или около какой-нибудь опоры.

Высохшую фотопленку разрезают на стандартные куски и укладывают в прозрачные конверты или свертывают эмульсией наружу и помещают в специальные ящики для хранения.

## РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

Из очень большого числа рецептов растворов здесь приведены лишь рекомендованные заводами-изготовителями фотоматериалов, а также рецепты, широко распространенные в фотографической практике.

### Проявляющие растворы

#### Метоловый проявитель (стандартный № 2)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	8 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	125 г
Сода кальцинированная . . . . .	5,75 г (6 г)
Бромистый калий . . . . .	2,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий проявитель, обеспечивающий получение мелкозернистого изображения с хорошо проработанными деталями. Введен ГОСТом 10691—63. Рекомендован для фотопленок. Продолжительность проявления — от 7 до 14 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 20—30 м 35-мм фотопленки.

#### Метоловый проявитель («Орво-14»)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	4,5 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	85 г
Сода кальцинированная . . . . .	1 г
Бромистый калий . . . . .	0,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий проявитель, обеспечивающий получение мелкозернистого изображения с очень хорошо проработанными деталями. Рекомендован для фотопленок и фотопластинок. Продолжительность проявления — от 12 до 15 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 10—12 м 35-мм фотопленки.

#### Метоловый проявитель (ДК-20)

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	5 г
Сульфит натрия безводный	100 г
Бура кристаллическая	2 г
Роданистый калий	1 г
Бромистый калий	0,5 г
Вода	до 1 л

Особомелкозернистый мягкороботающий и выравнивающий проявитель, обеспечивающий получение прозрачного изображения.

Рекомендован «К» для фотопленок. Продолжительность проявления — от 10 до 25 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 8—10 м 35-мм фотопленки.

#### Метоловый проявитель (ДК-15)

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	5,7 г
Сульфит натрия безводный	90 г
Бура кристаллическая	5 г
Бромистый калий	1,9 г
Сульфат натрия безводный	45 г
Вода	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий проявитель. Рекомендован «К» для фотопленок и фотопластинок. Продолжительность проявления — от 6 до 10 мин при температуре 24°; от 5 до 8 мин при 27°; от 4 до 7 мин при 29°; от 3 до 5 мин при 32°. В 1 л раствора можно обработать 5—6 м 35-мм фотопленки.

#### Гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°)	700 мл
Сульфит натрия безводный	20 г
Гидрохинон	7 г
Сода кальцинированная	60 г
Бромистый калий	0,1 г
Вода	до 1 л

Очень контрастно работающий проявитель, четко прорабатывающий штриховое изображение. Применяется для плоских фотопленок и фотопластинок. Продолжительность проявления — от 4 до 6 мин при температуре 20°.

#### Глицериновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	16 г
Глицерин . . . . .	6 г
Фосфорнокислый натрий трехзамещенный . . . . .	60 г
Хлористый натрий . . . . .	10 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягко работающий выравнивающий мелкозернистый проявитель. Применяется для фотопленок. Продолжительность проявления — от 3 до 5 мин при температуре 20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель (стандартный № 1)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	1 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	26 г
Гидрохинон . . . . .	5 г
Сода кальцинированная . . . . .	20 г
Бромистый калий . . . . .	1 г
Вода . . . . .	до 1 л

Нормально работающий проявитель, обеспечивающий получение сочных и хорошо проработанных негативных изображений. Утвержден ГОСТом 10691—63. Рекомендован для плоских фотопленок и фотопластинок. Продолжительность проявления при температуре 20° указана на упаковке фотоматериала.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель (стандартный № 3)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	1,5 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Гидрохинон . . . . .	1 г
Бура кристаллическая . . . . .	1,5 г
Борная кислота . . . . .	2 г
Бромистый калий . . . . .	0,15 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягко работающий выравнивающий проявитель, обеспечивающий получение мелкозернистого изображения с хорошо проработанными деталями. Введен ГОСТом 10691—63. Рекомендован отечественными заводами для кинопленок.

Продолжительность проявления — от 8 до 20 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 7—10 м 35-мм киноплёнки.

**Метол-гидрохиноновый проявитель (Д-76)**

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	2 г
Сульфит натрия безводный	100 г
Гидрохинон	5 г
Бура кристаллическая	2 г
Вода	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий и мелкозернистый проявитель, обеспечивающий отлично проработанное негативное изображение. Рекомендован «К» для фотоплёнок и киноплёнок. Продолжительность проявления — от 10 до 20 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 8—10 м 35-мм фотоплёнки.

**Метол-гидрохиноновый проявитель (Д-96)**

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	1,5 г
Сульфит натрия безводный	75 г
Гидрохинон	1,5 г
Бура кристаллическая	4,5 г
Бромистый калий	0,4 г
Вода	до 1 л

Особомягкороботающий выравнивающий и мелкозернистый проявитель, обеспечивающий отлично проработанное негативное изображение. Рекомендован «К» для тонкослойных высокочувствительных фотоплёнок и киноплёнок. Продолжительность проявления — от 10 до 16 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 8—10 м 35-мм фотоплёнки.

**Метол-гидрохиноновый проявитель («Фотон-11»)**

Вода (40—50°)	700 мл
Метол	1 г
Сульфит натрия безводный	25 г
Гидрохинон	2 г
Сода кальцинированная	3 г
Бромистый калий	0,4 г
Вода	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий мелкозернистый проявитель, обеспечивающий хорошую проработку деталей в изображении. Рекомендован фирмой «Фотон» для фотоплёнок. Продолжительность проявления — от 10 до 14 мин при температуре 20°.

### Метол-гидрохиноновый проявитель (ФТ-1)

Вода (30—45°) . . . . .	700	мл
Метол . . . . .	5	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	40	г
Гидрохинон . . . . .	6	г
Поташ . . . . .	40	г
Бромистый калий . . . . .	3	г
Вода . . . . .	до	1 л

Энергичноработающий проявитель, обеспечивающий высокую контрастность изображения. Рекомендован для обработки фототехнических пленок ФТ-20, ФТ-21, ФТ-22. Продолжительность проявления — 4 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 2700 см<sup>2</sup> фотопленок.

### Метол-гидрохиноновый проявитель (ФТ-2)

Вода (30—45°) . . . . .	700	мл
Метол . . . . .	5	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	40	г
Гидрохинон . . . . .	6	г
Поташ . . . . .	40	г
Бромистый калий . . . . .	6	г
Вода . . . . .	до	1 л

Энергичноработающий проявитель, обеспечивающий очень высокую контрастность изображения. Рекомендован для фототехнических пленок ФТ-30, ФТ-31, ФТ-32 и ФТ-СК. Продолжительность проявления — 4 мин при температуре 20°. В 1 л раствора можно обработать 2700 см<sup>2</sup> фотопленок.

### Метол-гидрохиноновый проявитель (Д-11)

Вода (30—45°) . . . . .	700	мл
Метол . . . . .	1	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	75	г
Гидрохинон . . . . .	9	г
Сода кальцинированная . . . . .	25	г
Бромистый калий . . . . .	5	г
Вода . . . . .	до	1 л

Энергичноработающий проявитель, обеспечивающий очень высокую контрастность изображения. Рекомендован «К» для фототехнических пленок, репродукционных фотопластинок. Продолжительность проявления — от 3 до 6 мин при температуре 20°.

### Метол-гидрохиноновый проявитель (АСП-1)

Вода (30—45°) . . . . .	700	мл
Метол . . . . .	2	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	52	г
Гидрохинон . . . . .	10	г

Сода кальцинированная . . . . .	40 г
Бромистый калий . . . . .	4 г
Вода . . . . .	до 1 л

Энергичноработающий проявитель, обеспечивающий очень высокую контрастность изображения. Рекомендован для инфрахроматических фотопленок. Продолжительность проявления — от 6 до 10 мин при температуре 20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель (Д-82)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Спирт метиловый . . . . .	48 мл
Метол . . . . .	14 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	52,5 г
Гидрохинон . . . . .	14 г
Едкий натр . . . . .	8,8 г
Бромистый калий . . . . .	8,8 г
Вода . . . . .	до 1 л

Очень энергичноработающий проявитель, позволяющий значительно повысить светочувствительность фотоматериала. Раствор сохраняется плохо. Рекомендован «К» для фотопленок и фотопластинок, использованных при съемке с недостаточной экспозицией. Продолжительность проявления — от 3 до 6 мин при температуре 20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель (Д-82а)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	14 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	52,5 г
Гидрохинон . . . . .	14 г
Едкий натр . . . . .	17,6 г
Бензотриазол (1%-ный раствор) . . . . .	20 мл
Бромистый калий . . . . .	8,8 г
Вода . . . . .	до 1 л

Раствор относится к наиболее энергичным проявителям. Сохраняется плохо. Рекомендован «К» для обработки фотопленок и фотопластинок при температуре ниже 0°.

#### Метол-глициновый проявитель

Вода (30—35°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	4 г
Сода кальцинированная . . . . .	50 г
Глицин . . . . .	0,5 г
Метол . . . . .	0,5 г
Пинакриптол желтый (0,05%-ный раствор) . . . . .	250 мм
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки фотопленки, если нужно получить изображение с сильно заметной зернистой структурой. Изображение оказывается как бы клишированное. Вид зернистой структуры изменится, если соду заменить метаборатом натрия в количестве 50 г. Продолжительность проявления — от 9 до 18 мин при температуре 20°. Проявитель используется один раз, немедленно после приготовления.

#### Фенидон-гидрохиноновый проявитель

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Гидрохинон . . . . .	5 г
Бура кристаллическая . . . . .	2 г
Бромистый калий . . . . .	1 г
Бензотриазол (1%-ный раствор) . . . . .	20 мл
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий мелкозернистый проявитель, обеспечивающий получение прозрачного, хорошо проработанного изображения. Рекомендован для фотопленок взамен проявителя Д-76. Продолжительность проявления — от 7 до 20 мин при температуре до 20°. В 1 л раствора можно обработать 10—13 м 35-мм фотопленки.

#### Фенидон-гидрохиноновый проявитель

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Гидрохинон . . . . .	2,5 г
Бура кристаллическая . . . . .	4 г
Бромистый калий . . . . .	3 г
Трилон Б . . . . .	2 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягкороботающий выравнивающий мелкозернистый проявитель, обеспечивающий получение хорошо проработанного изображения. По сравнению со стандартным проявителем повышает светочувствительность фотопленок до 40—50%, несколько увеличивает контрастность и вуаль. Рекомендован для отечественных и импортных фотопленок, по действию близок к проявителю стандартному № 2. Продолжительность обработки при температуре раствора 20° соответствует указаниям на упаковке отечественных фотопленок.

### Фенидон-гидрохиноновый проявитель

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Гексаметафосфат натрия . . . . .	1 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Гидрохинон . . . . .	5 г
Сода кальцинированная . . . . .	5 г
Бура кристаллическая . . . . .	3 г
Борная кислота . . . . .	3,5 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Выравнивающий мелкозернистый проявитель, обеспечивающий хоршую проработку деталей в изображении. Рекомендован «Фотохема» для фотопленок. Продолжительность проявления — от 8 до 10 мин при температуре раствора 20°.

### Фенидон-гидрохинон-метоловый проявитель

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Гексаметафосфат натрия . . . . .	1 г
Метол . . . . .	4 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	65 г
Гидрохинон . . . . .	1,2 г
Сода кальцинированная . . . . .	4 г
Бромистый калий . . . . .	1 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Выравнивающий мелкозернистый проявитель. Рекомендован для тонкослойных фотопленок. Продолжительность проявления — от 6 до 14 мин при температуре 20°. Фотопленка должна проявляться тем дольше, чем выше ее светочувствительность.

### Глициновый проявитель

(концентрированный)

Вода (70—80°) . . . . .	80 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	25 г
Глицин . . . . .	20 г
Поташ . . . . .	100 г
Вода . . . . .	до 150 мл

Рекомендован Гюблем для обработки любых фотопленок и фотопластинок. Раствор готовится в виде кашицы, которая в закупоренном виде сохраняется очень долго. Для приготовления концентрированного раствора необходимо после растворения сульфита натрия добавить глицин, который растворяется неполностью. Затем постепенно в небольших количествах вводить поташ, в присутствии которого гли-

цин растворится целиком. Приготовляя кашку, ее следует хорошо размешивать. После охлаждения кашицы раствор доливают водой до объема 150 мл и хорошо перемешивают.

Для работы кашку разбавляют водой в зависимости от требований к процессу. Медленное и выравнивающее проявление достигается при разбавлении кашицы водой в соотношениях от 1 : 10 до 1 : 50. Продолжительность проявления при температуре раствора до 20° зависит от степени разбавления кашицы водой и может быть от 10 мин до 1 час. Рабочий раствор обеспечивает получение прозрачных, хорошо проработанных негативов, исправленных по экспозиции, если ее нарушения были допущены при съемке.

#### Метоловый проявитель (концентрированный)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	4 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Фосфорнокислый натрий трехзамещенный . . . . .	80 г
Хлористый натрий . . . . .	16 г
Бромистый калий . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован Р. Ярай для обработки фотопленок с целью повышения резкости в изображении. В отличие от обычных выравнивающих мелкозернистых проявителей, раствор обеспечивает лучшую проработку деталей и увеличенную резкость изображения. Величина вуали и светочувствительность фотопленки несколько повышаются.

Рабочий проявитель составляют разбавлением водой концентрированного раствора в соотношении 1 : 10. В этом случае продолжительность проявления может быть от 30 до 35 мин; при разбавлении раствора 1:20 время проявления увеличивается до 50—60 мин. Температура рабочего раствора 20°. Рассчитан на одnorазовое использование.

#### Параминофеноловый проявитель (концентрированный)

Вода (35—40°) . . . . .	500 мл
Параминофенол . . . . .	50 г
Метабисульфит калия . . . . .	150 г
Едкий натр . . . . .	100 г
Бромистый калий . . . . .	5 г
Бензолсульфиновоксиловый натрий . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Предприятия выпускают этот проявитель под названиями «Родинал» и Р-09 в виде концентрированного раствора,

удобного для приготовления рабочих растворов различных по действию.

Сначала составляют три раствора:

#### Р а с т в о р   А

Вода (35—40°) . . . . .	500 мл
Парааминофенол . . . . .	50 г
Метабисульфит калия . . . . .	150 г

Для приготовления раствора дистиллированную воду следует прокипятить, чтобы удалить из нее воздух.

#### Р а с т в о р   Б

Вода (10—16°) . . . . .	300 мл
Едкий натр . . . . .	100 г

#### Р а с т в о р   В

Вода (35—40°) . . . . .	50 мл
Бромистый калий . . . . .	5 г
Бензолсульфиновокислый натрий . . . . .	0,2 г

Для приготовления концентрированного раствора в раствор А вводят в небольших количествах раствор Б. При смешивании этих растворов концентрат разогревается, становится непрозрачным и возникает осадок. В процессе приливания раствора Б осадок растворяется, и смесь делается прозрачной, вишневого цвета. Полное осветление смеси происходит после добавления еще одной-двух капель раствора Б, причем осветление смеси происходит постепенно, поэтому последние капли раствора Б нужно добавлять с разрывом в 2—3 мин. Избыток раствора Б в смеси делает проявитель нестойким, поэтому его можно вводить в раствор А лишь до растворения осадка.

В полученную смесь добавляют раствор В и после охлаждения до температуры 18—20° концентрированный раствор фильтруют и доливают дистиллированной водой до объема 1 л. Сливая растворы вместе, их хорошо размешивают стеклянной палочкой.

Концентрированный раствор сохраняют в небольших стеклянных коричневых банках емкостью в 100—200 мл. Банки наполняют доверху и хорошо закупоривают.

Рабочий раствор готовят разбавлением концентрированного проявителя водопроводной водой. Степень разбавления зависит от характера работы проявляющего раствора. Подбирая концентрацию проявителя и учитывая продолжительность обработки, можно приготовить рабочий раствор с различными свойствами, как указано в табл. 17.

Действие проявителя	Степень разбавления раствора	Продолжительность проявления, мин
Мягкий	1:100	20—40
Нормальный	1: 75	15—30
Контрастный	1: 50	15—25
Быстрый	1: 10	2—5

Чем выше светочувствительность фотоматериала, тем дольше он должен проявляться. Во время проявления раствор следует часто перемешивать; его температура 20°.

Сильно разбавленные растворы (от 1:50 и больше) относятся к однократным проявителям, т. е. не подлежащим хранению и пригодным для обработки лишь одной ленты фотопленки.

**Метол-гидрохиноновый проявитель**  
(концентрированный)

**Р а с т в о р А**

Вода (35—40°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	40 г
Метабисульфит калия . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

**Р а с т в о р Б**

Вода (35—40°) . . . . .	700 мл
Гидрохинон . . . . .	40 г
Метабисульфит калия . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

**Р а с т в о р В**

Вода (35—40°) . . . . .	700 мл
Сода кальцинированная . . . . .	100 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

**Р а с т в о р Г**

Вода (35—40°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	130 г
Бура кристаллическая . . . . .	15 г
Трилон Б . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Растворы готовят на дистиллированной воде путем поочередного и полного растворения каждого из химикатов. Раствор В становится прозрачным только через несколько часов после приготовления. Запасные растворы в закупоренных сосудах сохраняются очень долго.

Приготавливая растворы, вместо весов пользуются мензуркой, что весьма удобно для работы. Различные по действию рабочие растворы составляют смешиванием запасных растворов и воды, руководствуясь табл. 18.

Таблица 18

Характеристика негатива	Состав рабочего раствора	Количество запасного раствора и воды, мл
Мягкий	Раствор А	100
	Раствор Г	600
	Вода	300
Нормальный	Раствор А	70
	Раствор В	100
	Вода	830
Контрастный	Раствор А	125
	Раствор Б	150
	Раствор В	300
	Вода	425
Особоконтрастный	Раствор А	40
	Раствор Б	150
	Раствор В	450
	Вода	360
Нормальный для фотобумаги	Раствор А	50
	Раствор Б	100
	Раствор В	250
	Вода	600
Мягкий для фотобумаги	Раствор А	100
	Раствор Б	200
	Вода	700

Продолжительность проявления в рабочих растворах зависит от свойств обрабатываемых фотоматериалов и требований к изображению. Ориентировочное время проявления при температуре раствора 20° указано в табл. 19.

Таблица 19

Характеристика негатива	Продолжительность проявления, мин
Мягкий	10—18
Нормальный	5—10
Контрастный	5—10
Особоконтрастный	3—6
Нормальный для фотобумаги	2—4
Мягкий для фотобумаги	2—4

**Фенидон-гидрохиноновый проявитель**  
(концентрированный)

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	125 г
Гидрохинон . . . . .	16 г
Сода кальцинированная . . . . .	60 г
Бромистый калий . . . . .	9 г
Бензотриазол . . . . .	3 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	1 г
Вода . . . . .	до 1 л

Проявитель рекомендован для обработки фотопленок. Рабочий раствор составляют разбавлением запасного раствора водой в соотношении 1 : 50. В этом случае продолжительность проявления — от 12 до 25 мин; при разбавлении раствора 1 : 20 время проявления сокращается до 6—15 мин при температуре раствора 20°. Чем выше светочувствительность фотоматериала, тем длительнее должно быть проявление и тем больше должен быть разбавлен запасной раствор. Рабочий раствор рассчитан на одноразовое пользование, относится к мелкозернистым проявителям.

**Фенидон-гидрохинон-глициновый проявитель**  
(концентрированный)

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	120 г
Гидрохинон . . . . .	15 г
Поташ . . . . .	80 г
Глицин . . . . .	45 г
Бромистый калий . . . . .	8 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки любых негативных фотоматериалов. Рабочий раствор проявителя приготавливают разбавлением запасного раствора в соотношениях 1 : 10, 1 : 20 и др. Степень разбавления зависит от свойств обрабатываемого фотоматериала и желаемых результатов. Продолжительность проявления в разбавленном растворе 1 : 10 — от 10 до 20 мин. Этот проявитель у некоторых фотоматериалов увеличивает светочувствительность в 2—2,5 раза по сравнению с раствором, не имеющим фенидона.

**Метоловый проявитель**  
(двухрастворный)

I - й р а с т в о р

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	10 г

Сульфит натрия безводный . . . . .	40 г
Вода . . . . .	до 1 л

### 2 - й р а с т в о р

Поташ . . . . .	100 г
Вода . . . . .	до 1 л

Выравнивающий мелкозернистый проявитель. Рекомендован для двухрастворного проявления тонкослойных фотопленок.

Первоначально фотопленку погружают в 1-й раствор на 1,5—2 мин, затем без ополаскивания в воде переносят во 2-й раствор на 1—1,5 мин. Во время проявления растворы нужно непрерывно перемешивать. Температура их 20°.

### Метоловый проявитель

(двухрастворный)

#### 1 - й р а с т в о р

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	5 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Роданистый калий . . . . .	1 г
Бромистый калий . . . . .	0,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

#### 2 - й р а с т в о р

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Бура кристаллическая . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Особомелкозернистый выравнивающий проявитель типа ДК-20. Рекомендован для двухрастворного проявления.

Первоначально фотопленка обрабатывается в 1-м растворе от 5 до 20 мин при температуре 20°, в зависимости от свойств фотоматериала и желаемого контраста изображения. Затем фотопленку без ополаскивания в воде переносят во 2-й раствор на 3—4 мин.

1-й раствор может быть использован многократно. 2-й раствор после обработки одной фотопленки должен быть заменен свежим.

### Проявляюще-фиксирующий раствор

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 г
Гидрохинон . . . . .	12 г
Едкий натр . . . . .	10 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	1 г
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	90 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки различных фотоматериалов. Продолжительность проявления — 6 мин при температуре 20°. В течение первых 30 сек раствор должен непрерывно перемешиваться. Светочувствительность фотоматериала при обработке в этом растворе существенно ниже, чем при проявлении в обычном растворе. Абсолютное значение светочувствительности зависит от состава раствора: чем больше потеря светочувствительности, тем выше скорость обработки. При изменении концентрации тиосульфата натрия в растворе (от 70 до 125 г) наблюдается постепенное снижение контрастности изображения.

### Фиксирующие растворы

#### Простой фиксаж

Вода (40—60°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	250 г
Вода	до 1 л

В 1 л раствора можно обработать до 20 м 35-мм фотопленки. Предварительно рекомендуется фотоматериал обработать в кислом останавливающем растворе.

#### Кислый фиксаж

(стандартный)

Вода (40—60°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Метабисульфит калия	30 г
Вода	до 1 л

Введен ГОСТом 10691—63 для отечественных негативных фотоматериалов. В 1 л раствора можно обработать до 25 м 35-мм фотопленки.

#### Кислый дубящий фиксаж («Орво-305»)

Вода (40—60°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Сульфит натрия безводный	20 г
Уксусная кислота ледяная	15 мл
Алюмокалиевые квасцы	10 г
Вода	до 1 л

Обладает дубящими свойствами. Рекомендован фирмой «ОРВО» для обработки негативных фотоматериалов. В 1 л раствора можно обработать 20—25 м 35-мм фотопленки.

#### Кислый дубящий фиксаж

Вода (40—50°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	120 г

Сульфит натрия безводный . . . . .	10 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	10 мл
Борная кислота кристаллическая . . . . .	5 г
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	10 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки тонкослойных негативных фотоматериалов. В 1 л раствора можно обработать до 20 м 35-мм фотопленки.

#### Кислый дубящий фиксаж (Ф-10)

Вода (40—50°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	330 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	7,5 г
Бура кристаллическая . . . . .	30 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	27 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	22,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован «К» для обработки негативных фотоматериалов, проявленных в сильнощелочных проявителях. В 1 л раствора можно обработать до 25 м 35-мм фотопленки, которую следует хорошо промыть и перед сухой осторожно протереть со стороны эмульсионного слоя.

#### Кислый дубящий фиксаж («Орво-306»)

##### Р а с т в о р А

Вода (40—60°) . . . . .	400 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	280 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	25 г
Серная кислота (10%-ная) . . . . .	15 мл

##### Р а с т в о р Б

Вода (40—50°) . . . . .	300 мл
Хромокалиевые квасцы . . . . .	15 г

Рекомендован фирмой «ОРВО» для фотоматериалов, требующих высокой степени дубления. Рабочий раствор готовят смешением растворов в равных объемах. Охлажденный раствор Б медленно вливают в охлажденный раствор А при непрерывном и энергичном перемешивании, после чего доливают водой до общего объема 1 л. Рабочий раствор должен быть всегда свежеприготовленным, так как раствор быстро теряет дубящие свойства. В 1 л раствора можно обработать до 20 м 35-мм фотопленки.

#### Быстрый фиксаж

Вода (40—60°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 г
Хлористый аммоний . . . . .	50 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для быстрой обработки негативных фотоматериалов.

**Быстрый кислый фиксаж («Орво-304»)**

Вода (40—60°)	700	мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200	г
Хлористый аммоний	50	г
Метабисульфит калия	20	г
Вода	до	1 л

Рекомендован фирмой «ОРВО» для быстрой обработки негативных фотоматериалов.

**Быстрый кислый дубящий фиксаж (Ф-7)**

Вода (40—50°)	600	мл
Тиосульфат натрия кристаллический	360	г
Хлористый аммоний	50	г
Сульфит натрия безводный	15	г
Уксусная кислота ледяная	13,5	мл
Борная кислота кристаллическая	7,5	г
Алюмокалиевые квасцы	15	г
Вода	до	1 л

Рекомендован «К» для быстрой обработки негативных фотоматериалов.

**Прерывающие проявление  
растворы**

**Уксуснокислый прерыватель**

Уксусная кислота ледяная	20	мл
Вода холодная	до	1 л

**Метабисульфитный прерыватель**

Метабисульфит калия	40	г
Вода	до	1 л

Растворы рекомендуется применять после быстрого или энергичного проявления фотоматериала, чтобы исключить возможность перепроявления изображения. Проявленный фотоматериал без споласкивания в воде переносят в прерывающий раствор на 25—30 сек. В 1 л раствора можно обработать до 12 м 35-мм фотопленки.

**Уксуснокислый дубящий прерыватель**

Вода	500	мл
Уксусная кислота ледяная	10	мл
Сульфат натрия безводный	45	г
Вода	до	1 л

Раствор рекомендован для тех случаев, когда фотоматериал после проявления будет обрабатываться в растворах или в воде, имеющих температуру до 27°. Продолжительность обработки — 3 мин, причем в первые секунды после погружения фотоматериала в раствор его нужно энергично перемешивать. В 1 л раствора можно обработать до 25 м 35-мм фотопленки. Раствор предотвращает набухание эмульсионного слоя фотоматериала.

#### Дубящие растворы Хромокалиевый дубитель

Вода (30—45°)	700 мл
Хромокалиевые квасцы	50 г
Вода	до 1 л

#### Хромокалиевый метабисульфитный дубитель

Вода (30—45°)	700 мл
Хромокалиевые квасцы	15 г
Метабисульфит калия	15 г
Вода	до 1 л

#### Формалиновый дубитель

Вода (30—45°)	700 мл
Сульфат натрия безводный	150 г
Сода кальцинированная	20 г
Формалин (40%-ный водный раствор формальдегида)	20 мл
Вода	до 1 л

Растворы рекомендовано применять перед фиксированием фотоматериала, если фиксирующий раствор или вода имеют повышенную температуру. Продолжительность обработки — от 3 до 5 мин.

#### Стабилизирующие растворы

##### Тиомочевинный стабилизатор

Вода (30—45°)	500 мл
Тиомочевина	31,5 г
Глицерин	10 мл
Вода	до 1 л

##### Тиомочевинный дубящий стабилизатор

Вода (30—45°)	500 мл
Тиомочевина	20 г
Уксусная кислота ледяная	10 мл
Хромокалиевые квасцы	10 г
Глицерин	60 мл
Вода	до 1 л

Растворы рекомендованы взамен фиксирования и промывки негативных фотоматериалов, когда необходимо

сократить продолжительность обработки и расход воды.

Проявленный и коротко промытый фотоматериал обрабатывают в стабилизирующем растворе в течение 4—6 мин при температуре 20°, затем ополаскивают в воде и энергично встряхивают, чтобы удалить капли стабилизатора с поверхности фотоматериала, после чего его сушат. Во время обработки в стабилизаторе возможно помутнение эмульсионного слоя, которое исчезает после высушивания фотоматериала. В 1 л раствора можно обработать 10—15 м 35-мм фотопленки. Если применяют стабилизатор с тиомочевинной, то фотоматериал предварительно обрабатывают в дубящем растворе в течение 1,5 мин.

### Ослабляющие растворы

#### Железосинеродистый ослабитель

(поверхностный)

##### Раствор А

Вода (30—45°) . . . . . 300 мл

Железосинеродистый калий . . . . . 5 г

Вода . . . . . до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (60—70°) . . . . . 300 мл

Тиосульфат натрия кристаллический . . . 150 г

Вода . . . . . до 500 мл

Негатив, подлежащий ослаблению, должен быть хорошо обработан в фиксирующем растворе и промыт в воде, чтобы на нем не появились полосы и пятна. Сухой негатив перед обработкой следует замочить в воде.

Рабочий раствор готовят смешиванием запасных растворов по 1 части и 8 частей воды. Запасные растворы сохраняются хорошо, смешанные — разрушаются быстро. Обработку в растворе ведут до тех пор, пока не получают нужное ослабление изображения. Затем негатив хорошо промывают в воде.

#### Марганцовокалиевый ослабитель

(поверхностный)

Вода (60—70°) . . . . . 1 л

Марганцовокислый калий . . . . . 2 г

Негатив обрабатывают в этом растворе до нужной степени ослабления изображения, после чего ополаскивают в воде и обрабатывают в свежем кислом фиксирующем растворе, пока не исчезнет коричневая окраска негатива. Ослабленный негатив хорошо промывают водой.

### Хромокалневый ослабитель (поверхностный)

Вода . . . . .	1 л
Двуххромовокислый калий . . . . .	1 г
Серная кислота (10%-ная) . . . . .	20 мл

Рабочий раствор готовят разбавлением запасного раствора водой в соотношении 1 : 1. Негатив обрабатывают в растворе до нужной степени ослабления изображения, после чего ополаскивают в воде и обрабатывают в свежем фиксирующем растворе, пока не исчезнет коричневая окраска негатива. Ослабленный негатив хорошо промывают.

### Железосинеродистый ослабитель (пропорциональный)

#### 1 - й раствор

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	7,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

#### 2 - й раствор

Вода (60—70°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 г
Вода . . . . .	до 1 л

Негатив первоначально обрабатывают в 1-м растворе от 1 до 4 мин, в зависимости от нужной степени ослабления, затем — во 2-м растворе 4—5 мин, после чего хорошо промывают водой. Растворы сохраняются долго. Точную продолжительность обработки предварительно определяют по дублю негатива. При необходимости процесс ослабления может быть повторен.

### Персульфатный ослабитель (сверхпропорциональный)

Вода дистиллированная . . . . .	300 мл
Персульфат аммония . . . . .	25 г
Аммиак (25%-ный водный раствор) . . . . .	20 мл
Хлористый натрий . . . . .	10 г
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	125 г
Вода дистиллированная . . . . .	до 500 мл

Раствор сохраняется плохо. Его готовят перед самым использованием. После работы выливают. Посуда, в которой обрабатывают фотоматериал, должна быть совершенно чистой. Негатив желательно очень хорошо промыть в дистиллированной воде. Продолжительность ослабления — 3—4 мин при температуре 20°. Ослабленный негатив следует тщательно промыть водой.

**Медный ослабитель**  
(уменьшающий зернистость)

**1 - й р а с т в о р**

Вода . . . . .	600 мл
Серпнокислая медь кристаллическая . . .	100 г
Хлористый натрий . . . . .	100 г
Серная кислота (10%-ный раствор) . . .	250 мл
Вода . . . . .	до 1 л

**2 - й р а с т в о р**

Выравнивающий проявитель Д-96, разбавленный водой 1 : 2

Негатив обрабатывают в 1-м растворе при температуре 18—20° до полного исчезновения изображения, затем промывают, пока не будет отмыта синеватая окраска эмульсионного слоя.

При дневном освещении негатив обрабатывают до появления изображения со стороны подложки фотоматериала. Степень проявления зависит от желаемого характера изображения. При недостаточном проявлении могут исчезнуть детали в светах объекта. Проявленный негатив обрабатывают в кислом фиксирующем растворе и хорошо промывают. Иногда на негативе остается беловатая вуаль. Она не мешает печатанию изображения.

**Усиливающие растворы**

**Хромовый усилитель**

**1 - й р а с т в о р**

Вода (30—45°) . . . . .	500 мл
Двуххромовокислый калий . . . . .	8 г
Соляная кислота концентрированная . .	6 мл
Вода . . . . .	до 1 л

**2 - й р а с т в о р**

Метол-гидрохиноновый стандартный проявитель № 1

Негатив обрабатывают в 1-м растворе при температуре 18—20° до полного исчезновения изображения, затем промывают в воде в течение 5—7 мин.

Негатив при дневном освещении проявляют до желаемой плотности, после чего коротко промывают в воде, фиксируют и окончательно промывают в течение 20—25 мин.

Усиленный негатив хорошо сохраняется, зернистость увеличивается незначительно.

### Сернистый усилитель

#### 1 - й р а с т в о р

Вода (30—45°) . . . . .	500 <i>мл</i>
Железосинеродистый калий . . . . .	40 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	20 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

#### 2 - й р а с т в о р

Вода . . . . .	500 <i>мл</i>
Сернистый натрий кристаллический . . . .	5 <i>г</i>

Негатив обрабатывают в 1-м растворе при температуре 18—20° до полного исчезновения изображения, затем промывают в течение 10—15 *мин*.

При дневном освещении и в хорошо вентилируемом помещении негатив обрабатывают 1—2 *мин* во 2-м растворе. В этом растворе изображение восстанавливается и окрашивается в коричневый цвет. После окрашивания негатив следует хорошо промыть водой.

Усиленный негатив хорошо сохраняется, зернистость изображения не увеличивается, копировальная плотность повышается за счет окраски изображения в коричневый цвет.

1-й раствор сохраняется хорошо и может быть использован многократно, 2-й раствор разрушается быстро и потому пригоден лишь для однократного использования.

### Медный усилитель

#### 1-й р а с т в о р

Вода. (30—45°) . . . . .	500 <i>мл</i>
Сернокислая медь кристаллическая . . . .	30 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	30 <i>г</i>
Двухромовокислый калий . . . . .	4 <i>г</i>
Соляная кислота 10%-ная (до исчезновения мути в растворе) . . . . .	50 <i>мл</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

#### 2-й р а с т в о р

Особомелкозернистый проявитель ДК-20

Негатив обрабатывают в 1-м растворе при температуре 18—20° до полного исчезновения изображения, затем промывают в проточной воде в течение 6—8 *мин*.

После промывки негатив немедленно засвечивают ярким дневным светом в течение нескольких секунд или лампами накаливания в течение нескольких минут, а затем проявляют во 2-м растворе при температуре 20° в течение 10—15 *мин*. Усиленный негатив без фиксирования промывают и сушат.

### Хинон-тиосульфатный усилитель

#### Р а с т в о р А

Вода дистиллированная (18—20°)	500 мл
Серная кислота концентрированная	30 мл
Двухромовокислый калий	22,5 г
Вода дистиллированная	до 1 л

#### Р а с т в о р Б

Вода дистиллированная (18—20°)	500 мл
Метабисульфит калия	4,5 г
Гидрохинон	15 г
Вода дистиллированная	до 1 л

#### Р а с т в о р В

Вода дистиллированная (18—20°)	500 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	22,5 г
Вода дистиллированная	до 1 л

Рабочий раствор готовят в следующем (обязательном) порядке:

раствор А — 1 часть  
раствор Б — 2 части  
раствор В — 2 части  
раствор А — 1 часть

При сливании в сосуд растворы тщательно перемешивают. Рабочий раствор сохраняется около 2 час.

Хорошо отмытый негатив (не менее двух-трех смен в дистиллированной воде) обрабатывают в рабочем растворе около 10 мин при температуре 20°. Степень усиления контролируют просмотром изображения на белом листе бумаги. Однако долго рассматривать изображение нельзя, так как могут появиться полосы и пятна. Рабочим раствором пользуются только один раз.

Усиленный негатив промывают в проточной воде 20—25 мин. В начале промывки эмульсионный слой негатива следует протереть чистой ваткой.

Чем выше степень усиления, тем больше увеличивается зернистость изображения. Усиленный негатив хранят в сухом месте, так как сырость может привести к появлению пятен на изображении.

### Медный усилитель

#### Р а с т в о р А

Вода (30—45°)	500 мл
Лимоннокислый калий	100 г
Вода	до 1 л

### Р а с т в о р   Б

Вода (30—45°) . . . . .	500 <i>мл</i>
Серноокислая медь кристаллическая . . . . .	100 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

### Р а с т в о р   В

Вода (30—45°) . . . . .	500 <i>мл</i>
Железосинеродистый калий . . . . .	100 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Рабочий раствор готовят смешиванием растворов в следующем порядке:

раствор А —	300 <i>мл</i>
раствор Б —	40 <i>мл</i>
раствор В —	35 <i>мл</i>

Запасные растворы в коричневых бутылках сохраняются очень хорошо. Рабочий раствор портится быстро, поэтому его готовят перед использованием.

Негатив должен быть обработан в свежем фиксирующем растворе и хорошо промыт. Затем его помещают в усиливающий раствор в мокром виде и при белом освещении. В процессе усиления изображение сначала становится коричневым, затем красноватым. Степень усиления определяется видом негатива. Во время обработки фотоматериала раствор следует перемешивать. Его температура должна быть 20°. После усиления негатив хорошо промывают водой.

Если негатив оказался переусиленным, изображение можно ослабить обработкой в 5%-ном растворе соды.

### Растворы для удаления дефектов

**Удаление цветной вуали.** 1. Негатив первоначально обрабатывают в 1%-ном растворе марганцовокислого калия, пока не появится интенсивное коричневое окрашивание изображения. Затем фотоматериал обрабатывают в 5%-ном растворе метабисульфита калия до исчезновения окрашивания. Заканчивается обработка энергичной промывкой негатива в воде.

2. Негатив, имеющий желтую вуаль, обрабатывают в течение нескольких часов в растворе, содержащем на 1 л воды 200 г алюмокалиевых квасцов и 50 г лимонной кислоты. После исчезновения желтой вуали негатив промывают водой.

3. Негатив, имеющий дихроичную вуаль, обрабатывают в растворе, содержащем на 1 л воды 6 г марганцовокислого калия, 13 г хлористого натрия, 50 *мл* ледяной уксусной кислоты, в течение 10 *мин.* После этого негатив, ставший коричневым, хорошо промывают водой и осветляют в 5%-ном

растворе бисульфита натрия, затем вновь промывают в воде. После тщательной промывки негатив обрабатывают в любом энергичном проявляющем растворе до желаемой плотности изображения. Обработку ведут при белом освещении. Проявленный негатив промывают водой в течение 15—20 мин.

**Удаление коричневых пятен.** Негатив, имеющий коричневые пятна, возникшие во время долгого хранения, обрабатывают в течение 30 мин в растворе, содержащем на 1 л воды 20 мл 10%-ного раствора двуххромовокислого калия, 20 мл концентрированной соляной кислоты. Отбеленный негатив хорошо промывают водой, затем обрабатывают при белом освещении в любом энергичном проявляющем растворе до желаемой плотности. Проявленный негатив промывают водой в течение 15—20 мин.

**Удаление коричневого налета.** Негатив, имеющий коричневый налет, обрабатывают в смеси, содержащей 100 мл 5%-ного раствора тиосульфата натрия и 10—20 мл 1%-ного раствора железосинеродистого калия. Немедленно после исчезновения налета негатив следует хорошо промыть водой.

**Удаление ржавых пятен.** Негатив, имеющий ржавые пятна, обрабатывают в растворе, содержащем 5 г щавелевой кислоты на 100 мл кипяченой воды. Негатив должен быть предварительно размочен в воде. После исчезновения ржавых пятен негатив следует хорошо промыть в воде.

**Удаление серого налета.** Негатив, на эмульсионном слое которого выкристаллизовались соли фиксирующего раствора в виде серого или белесоватого налета, следует промыть в проточной воде в течение 30 мин — 1 час.

**Удаление кальциевых солей.** Негатив, на эмульсионном слое которого образовалась кальциевая сетка, похожая на зернистость, обрабатывают в 1%-ном растворе ледяной уксусной кислоты или 0,5%-ном растворе соляной кислоты.

**Удаление ореолов в изображении.** Негатив, имеющий небольшие ореолы, мешающие получению доброкачественного позитива, обрабатывают первоначально в растворе, содержащем на 1 л воды 70 г двуххромовокислого калия, 40 мл соляной концентрированной кислоты, до полного исчезновения изображения. Затем негатив обрабатывают в 10%-ном растворе метабисульфита калия до удаления желтой окраски. После осветления негатив нужно хорошо промыть водой, а потом проявить в выравнивающем проявителе до желаемой

плотности. Проявленный негатив хорошо промывают водой.

**Восстановление изображения.** Изображение, разрушенное при хранении негатива, можно восстановить обработкой в одном из следующих растворов.

**I**

Вода . . . . .	500 мл
Двуххромовокислый калий . . . . .	50 г
Соляная кислота концентрированная . . .	1 мл
Бромистый калий . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

**II**

Вода . . . . .	500 мл
Двуххромовокислый калий . . . . .	80 г
Соляная кислота концентрированная . . .	3 мл
Вода . . . . .	до 1 л

После полного отбеливания изображения и промывки фотоматериала негатив обрабатывают в следующем растворе:

Вода . . . . .	500 мл
Хлористое олово . . . . .	25 г
Соляная кислота концентрированная . . .	25 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Затем негатив промывают в воде и проявляют в растворе, составленном из следующих запасных растворов.

**Раствор А**

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метабисульфит калия . . . . .	25 г
Гидрохинон . . . . .	25 г
Бромистый калий . . . . .	25 г
Вода . . . . .	до 1 л

**Раствор Б**

Вода холодная . . . . .	700 мл
Едкое кали . . . . .	50 г
Вода . . . . .	до 1 л

Запасные растворы смешивают в равных объемах перед использованием. Проявление ведут до желаемой плотности, после чего негатив хорошо промывают в воде.

**Устранение хрупкости эмульсии.** Негатив, скручивающийся в трубку, следует замочить в течение 30—40 мин в воде при температуре 18—20°. Затем высушить в нормальных условиях и свернуть в рулон эмульсионным слоем наружу.

**РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ  
ФОТОПЛЕНКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
(С МАСКАМИ В СЛОЯХ)**

**Проявляющий раствор**

**Р а с т в о р   А**

Вода (22—25°) . . . . .	400 <i>мл</i>
Трилон Б . . . . .	1 <i>г</i>
Гидроксиламинсульфат . . . . .	1,2 <i>г</i>
Парааминодиэтиланилинсульфат . . . . .	2,3 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 500 <i>мл</i>

**Р а с т в о р   Б**

Вода (22—25°) . . . . .	400 <i>мл</i>
Трилон Б . . . . .	1 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	2 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	2 <i>г</i>
Поташ . . . . .	60 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 500 <i>мл</i>

Рабочий раствор готовят вливанием раствора А в раствор Б при непрерывном перемешивании.

Продолжительность проявления — 5—7 *мин* при температуре раствора 20°.

**Допроявляющий раствор**

Вода (22—25°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Метабисульфит натрия . . . . .	1,9 <i>г</i>
Парааминодиэтиланилинсульфат . . . . .	0,1 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Продолжительность допроявления — 5—7 *мин* при температуре раствора 20°.

**Фиксирующий раствор**

Вода (60—70°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	5 <i>г</i>
Метабисульфит натрия . . . . .	2 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Продолжительность фиксирования — 4—7 *мин* при температуре раствора 16—20°. Промывка в проточной воде — 10—12 *мин* при температуре 8—14°.

**Отбеливающий раствор**

Вода (25—30°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Железосинеродистый калий . . . . .	30 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	15 <i>г</i>
Фосфорнокислый калий однозамещенный . . . . .	17 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Продолжительность отбеливания — 4—5 мин при температуре 19—21°. Промывка в проточной воде — 6—8 мин при температуре 8—14°. Заканчивается процесс вторым фиксированием и промывкой в воде в течение 15—20 мин при температуре 8—14°. Фиксирующий раствор тот же (см. стр. 220).

## РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ ФОТОПЛЕНКИ ФИРМЫ «ОРВО» ТИП NC-16

### Проявляющий раствор «Орво-13»

#### Раствор А

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	2 г
Гидроксиламинсульфат	1,2 г
Этилоксиэтилпарафенилендиаминасульфат	6 г

#### Раствор Б

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	2 г
Поташ	75 г
Сульфит натрия безводный	2 г
Бромистый калий	2,5 г

После полного растворения всех веществ раствор А вливают при помешивании в раствор Б и доливают водой до 1 л.

Продолжительность проявления — 5,5—6,5 мин при температуре 20°. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

### Отбеливающий раствор

Вода (25—30°)	700 мл
Железосинеродистый калий	100 г
Бромистый калий	15 г
Фосфорнокислый калий однозамещенный	5,8 г
Фосфорнокислый натрий двузамещенный	4,3 г
Вода	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 5 мин при температуре 19—21°. Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 12—15°.

### Фиксирующий раствор

Вода (60—70°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Вода	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 8 мин при температуре раствора 19—21°. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

## РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ ФОТОПЛЕНКИ ФИРМЫ «ОРВО» ТИП NC-19 MASK

### Проявляющий раствор «Орво-15»

#### Раствор А

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	2 г
Гидроксиламинсульфат	1,2 г
Парааминодиэтиланилинсульфат	3 г

#### Раствор Б

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	1 г
Поташ	75 г
Сульфит натрия безводный	2 г
Бромистый калий	2,5 г
Нитробензимидазол (0,2%-ный раствор)	5 мл

После полного растворения всех веществ вливают при помешивании раствор А в раствор Б и доливают водой до 1 л. Продолжительность проявления — 8—10 мин при температуре 20°. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

### Отбеливающий раствор

Вода (25—30°)	700 мл
Двуххромовокислый калий	5—7 г
Бромистый калий	20 г
Уксусная кислота ледяная	30 мл
Уксуснокислый натрий безводный	4,5 г
Алюмокалиевые квасцы	40 г
Вода	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 7 мин при температуре раствора 19,5—20,5°. Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 12—15°.

### Фиксирующий раствор

Вода (60—70°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	120 г
Хлористый аммоний	80 г
Вода	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 8 мин при температуре 19,5—20,5°. Фиксирование можно вести в растворе, рекомендованном для фотопленки тип NC-16. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

Позитивное изображение по д в у х с т у п е н н о м у процессу получают печатанием изображения с негатива. Позитив может быть черно-белым и цветным.

Позитивное изображение изготовляют на фотографических бумагах, позитивных фотопленках, диапозитивных фотопластинках и других материалах, на подложку которых нанесена светочувствительная эмульсия.

### **ПОЗИТИВНЫЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Большинство позитивных фотоматериалов имеет небольшую светочувствительность, повышенную контрастность, малую вуаль, большую разрешающую способность и ограниченную цветочувствительность, если это черно-белый фотоматериал.

#### **Черно-белые фотобумаги**

Черно-белые фотобумаги по составу светочувствительной эмульсии делятся на бромосеребряные, хлоробромосеребряные, хлоросеребряные, йодохлоросеребряные и йодобромосеребряные.

Светочувствительная эмульсия может быть нанесена на гладкую или структурную бумажную подложку, на поверхность которой полит желатиновый слой, содержащий

серноокислый барий. Этот слой повышает гладкость подложки, ее белизну и прочно сцепляет подложку со светочувствительной эмульсией. Бумажная подложка имеет белый, палевый и кремовый оттенки. Многие современные подложки обработаны оптическими отбеливателями — люминофорами, которые придают бумаге голубоватый, розоватый или сиреневатый оттенок.

Фотобумаги, изготовленные на гладкой подложке, выпускаются с глянцевой, особоглянцевой, матовой и полуматовой поверхностями.

Глянцевые фотобумаги имеют зеркальную поверхность, хорошо воспроизводят объекты съемки с мелкими деталями.

Особоглянцевые фотобумаги политы дополнительным желатиновым слоем, увеличивающим сопротивляемость к фрикционной вуали, и лучше сохраняются, чем глянцевые. На особоглянцевых фотобумагах можно получать изображения глубоко-черного тона. Эти фотобумаги используют для печатания изображений машин, станков, схем. Глянец у обоих типов фотобумаг увеличивается, если во время сушки эмульсионный слой был прижат к какой-либо зеркальной поверхности.

Матовые фотобумаги содержат в светочувствительной эмульсии рисовый или маисовый крахмал и другие вещества, создающие матовую поверхность. На этих фотобумагах получают изображения с деталями угольно-черного тона.

Полуматовые фотобумаги с бархатистой поверхностью занимают промежуточное положение между глянцевыми и матовыми фотобумагами.

Структурные фотобумаги имеют поверхность, похожую на сатин, полотно, шелк, вельвет и другие ткани. Такие поверхности достигаются прокатыванием фотобумаги на специальной машине, имеющей два вала, на одном из которых награвирован рисунок.

Структурные фотобумаги выпускаются с глянцевой или матовой поверхностью.

На упаковке фотобумаги некоторые заводы обозначают вид поверхности определенным шифром, например: особоглянцевая обозначена цифрой 0, глянцевая — 1, полуматовая — 2, матовая — 3, тисненная под сатин — буквой А, под полотно — Б, под вельвет — В.

Важнейшей характеристикой фотобумаг является степень их контрастности. Чем разнообразнее они по контраст-

Номер фотобумаги	Степень контрастности
1	Мягкая
2	Нормальная
3	Нормальная
4	Контрастная
5	Контрастная
6	Особоконтрастная
7	Особоконтрастная

ности, тем больше возможностей получить хорошее изображение с самых разнообразных негативов.

Отечественные фотобумаги имеют разную степень контрастности, которая обозначается номером (табл. 20).

Контрастность фотобумаги оценивают по сенситометрическим показателям (табл. 21).

Таблица 21

Номер фотобумаги	Степень контрастности		
	особоглянцевая	глянцевая	матовая и структурная
1	1,4—1,5	1,2—1,4	1,1—1,2
2	1,6—1,9	1,5—1,7	1,3—1,5
3	2,0—2,4	1,8—2,0	1,6—1,8
4	2,5—2,9	2,1—2,5	1,9—2,1
5	3,0—3,9	2,6—3,0	2,2—2,6
6	4,0—4,9	3,1—4,0	2,7—3,5
7	Больше 5,0	Больше 4,1	Больше 3,6

Из таблицы следует, что фотобумаги, обозначенные одним номером, могут быть разной степени контрастности, в зависимости от вида поверхности фотобумаги. Также неодинаковы по контрастности фотобумаги разных типов, обозначенных одним номером.

Следовательно, номер, которым обозначают контрастность фотобумаги, является условным, тем более что контрастность фотобумаги зависит и от условий фотографической обработки: состава проявляющего раствора, его температуры, способа обработки и продолжительности проявления.

Некоторые зарубежные предприятия изготовляют универсальные фотобумаги с переменной контрастностью. Такие фотобумаги имеют светочувствительный слой, состоящий из двух эмульсий: несенсибилизированной — мало контрастной и сенсибилизированной — высококонтрастной. Контрастность изображения зависит от участия в его создании каждой из эмульсий, для чего во время печатания применяют желтые светофильтры разной плотности.

Важной характеристикой фотобумаги является тон изображения. Он может быть черным или сине-черным, черно-коричневым или зеленовато-черным и других оттенков.

Фотобумаги, изготовленные разными предприятиями, имеют различную тональность. Некоторые фотобумаги с увеличением экспозиции, разбавлением проявителя и удлинением времени проявления меняют тон изображения от черно-коричневого до красно-коричневого. Тон изображения можно менять и путем обработки готового позитива в специальных тонирующих растворах. В этих растворах черно-белое изображение может быть переведено в коричневое, синее, зеленое, красное и другие цвета.

С а м о в и р и р у ю щ и е с я фотобумаги позволяют получать коричневые, зеленые или синие оттенки изображения. У этих фотобумаг в светочувствительной эмульсии есть к р а с к о о б р а з у ю щ е е вещество, которое во время проявления в специальном растворе образует окрашенное изображение. Окраска изображения зависит от природы краскообразующего вещества, введенного в светочувствительную эмульсию фотобумаги.

Важный показатель фотобумаги — с в е т о ч у в с т в и т е л ь н о с т ь. От величины светочувствительности зависят условия экспонирования при печатании изображения и свечение фотолаборатории, при котором можно обрабатывать фотобумагу.

Чем менее светочувствительна фотобумага, тем проще подобрать правильную экспозицию для печатания и тем ярче может быть освещение фотолаборатории.

Чтобы получить доброкачественные изображения при различных условиях печатания, фотобумаги изготовляют разной светочувствительности. Так, фотобумаги для проекционного печатания имеют светочувствительность в сотни раз выше, чем фотобумаги для контактного печатания.

Величина светочувствительности фотобумаг зависит и от режима их обработки. С удлинением времени проявления

светочувствительность повышается. Объясняется это тем, что различные фотобумаги обладают разной способностью к образованию вуали. Бромосеребряные фотобумаги более вуалеустойчивы, чем хлоробромосеребряные, поэтому у бромосеребряных фотобумаг повышение светочувствительности происходит в период с 2 до 4 мин, а у хлоробромосеребряных — от 1,5 до 3 мин.

Светочувствительность фотобумаг связана и с контрастностью: чем выше степень контрастности, тем ниже светочувствительность фотобумаги.

Отечественная промышленность выпускает несколько видов черно-белых фотобумаг.

«У н и б р о м» — бромосеребряная фотобумага высокой светочувствительности, семи степеней контрастности и почти всех видов поверхности. Предназначена для проекционного и контактного печатания. Изображение получается нейтрально-черного тона. Фотобумаги с глянцевой и тисненой поверхностями дают сочные изображения. Фотобумаги с матовой и полуматовой поверхностями несколько уступают глянцевым по насыщенности изображения.

Оптимальное время обработки в стандартном метолгидрохиноновом проявителе № 1 — 2 мин при температуре 20°. Первые четыре номера контрастности этой фотобумаги неенсибилизированы, и потому их можно обрабатывать при ярко-оранжевом или желто-зеленом освещении. Остальные номера фотобумаги сенсибилизированы и допускают обработку при темно-оранжевом или красном освещении.

Фотографические свойства фотобумаги «Унибром» сохраняются очень хорошо (гарантийный срок их хранения — 20 месяцев).

«Ф о т о б р о м» — бромосеребряная фотобумага высокой светочувствительности, пяти степеней контрастности (от № 3 до № 7), в основном с глянцевой и тисненой поверхностями. Рассчитана на проекционное и контактное печатание. Изображение получается несколько более теплого тона, чем на фотобумаге «Унибром». Особенно сочные изображения дает глянцевая фотобумага.

Оптимальное время обработки в стандартном метолгидрохиноновом проявителе № 1 — 1,5 мин при температуре 20°, причем раствор истощается значительно меньше, чем при обработке фотобумаг другого типа.

Сохранность фотографических свойств и условия лабораторного освещения такие же, как и для фотобумаги «Унибром».

С а м о в и р и р у ю щ а я с я — бромосеребряная фотобумага с краскообразующими веществами в светочувствительной эмульсии, которые в процессе обработки в специальном проявляющем растворе создают изображение, окрашенное в цвета сепии, синий или зеленый. Фотобумага изготавливается двух степеней контрастности (№ 2 и 3) с глянцевой поверхностью. На этой фотобумаге печатают с черно-белых негативов, причем экспозиция при печатании должна быть подобрана весьма точно, так как из-за ошибок в экспонировании изображение может оказаться с цветной вуалью.

Продолжительность проявления — 5 мин при температуре 20°. Фотографические свойства у этой фотобумаги сохраняются в течение 12 месяцев.

«Ф о т о к о н т» — хлоросеребряная фотобумага низкой светочувствительности, шести степеней контрастности (от № 2 до № 7), в основном на гладкой и тисненой подложке. Вследствие малой светочувствительности предназначена только для контактного печатания. На этой фотобумаге изображение получается с совершенно белыми и глубоко-черными деталями. Обязательным требованием является обработка в свежем проявителе с бромистым калием и фиксирование в кислом растворе, иначе возможно возникновение желтой вуали.

Обрабатывая фотобумагу в проявителе, разбавленном в три раза и более, можно легко регулировать контрастность изображения. Эту фотобумагу обрабатывают при ярко-оранжевом освещении.

Сохранность фотографических свойств гарантируется в течение 12 месяцев.

«Б р о м п о р т р е т» — хлоробромосеребряная фотобумага средней светочувствительности, трех степеней контрастности (от № 2 до № 4) и всех видов поверхности. Рассчитана на проекционное и контактное печатание. Относится к тонирующимся фотобумагам в цвета сепии и от тепло-черного до светло-коричневого. Обработка фотобумаги в гидрохиноновом проявителе с углекислой щелочью позволяет получить различные по тону изображения, в зависимости от степени разбавления проявителя, величины экспозиции и продолжительности проявления. С увеличением экспозиции тон отпечатка становится более светлым; этому же способствует и степень разбавления проявителя. При увеличении экспозиции и разбавлении проявителя заметно снижается контрастность изображения, поэтому следует пользоваться более контрастной фотобумагой.

Эту фотобумагу обрабатывают при желто-оранжевом освещении. Гарантийный срок хранения — 12 месяцев.

«К о н т а б р о м» — хлоробромосеребряная фотобумага малой светочувствительности, трех степеней контрастности (от № 2 до № 4), всех видов поверхности. По светочувствительности она почти в пять раз ниже по сравнению с фотобумагой «Бромпортрет». Предназначена для контактного печатания, а также при соответствующих условиях освещения в фотоувеличителе и прозрачном негативе может применяться и для проекционного печатания.

Фотобумага относится к тонирующимся в разные цветовые тона. Тон изображения зависит от величины экспозиции и степени разбавления гидрохинонового проявителя. Например, в проявителе нормальной концентрации при проявлении 1,5—2 *мин* получается черно-коричневое изображение; при разбавлении проявителя водой в три-четыре раза и обработке в течение 3 *мин* изображение оказывается тепло-коричневым; при разбавлении проявителя в шесть-девять раз и проявлении в течение 4—6 *мин* изображение получается красно-коричневым; при еще большем разбавлении проявителя и увеличении времени проявления до 10—15 *мин* тон изображения усиливается в сторону красного. При девятикратном разбавлении проявителя его температура должна быть 20°, при двенадцатикратном разбавлении — 22—23°. Подбирая к негативу фотобумагу, ее следует брать тем контрастнее, чем больше будет разбавлен проявитель.

Фотобумагу можно обрабатывать при желто-оранжевом освещении. Фотографические свойства сохраняются в течение 12 месяцев.

«Н о в о б р о м» — хлоробромосеребряная фотобумага высокой светочувствительности, трех степеней контрастности (от № 1 до № 3), всех видов поверхности. Предназначена для проекционного и контактного печатания. Изображение получается тепло-черного тона. Эта фотобумага имеет большую фотографическую широту, допускающую значительные отклонения в экспозиции при печатании изображения. Все остальные свойства близки к свойствам фотобумаги «Унибром».

«Й о д о к о н т» — йодохлоросеребряная фотобумага очень малой светочувствительности, трех степеней контрастности (от № 1 до № 3), глянцевой и тисненной поверхности. Предназначена для контактного печатания. Проекционное печатание возможно в том случае, если в фотоувеличителе ус-

тановлен интенсивный источник света, негатив — прозрачный, а увеличение — небольшое. Изображение получается зеленого тона, который несколько меняется в зависимости от экспозиции во время печатания, продолжительности проявления и температуры раствора.

Тон изображения будет одинаковым на большом количестве отпечатков, если фотобумагу проявлять в течение 2 мин в проявителе нормальной концентрации и не более 1 м<sup>2</sup> фотобумаги в 1 л раствора.

Обработка в истощенном проявителе и в течение длительного времени приводит к появлению желтой вуали на изображении, особенно если фиксирующий раствор не имел кислой среды. Эта фотобумага весьма пригодна для печатания изображения с контрастных негативов, а также прозрачных, имеющих все детали, но недостаточной плотности. При соответствующем подборе экспозиции и условий проявления можно получить отличные позитивы с негативов, которые по своему характеру следовало бы печатать на фотобумаге другой контрастности. К экспозиционным ошибкам фотобумага «Йодоконт» не очень чувствительна.

Фотобумагу можно обрабатывать при желто-оранжевом освещении. Свойства ее сохраняются в течение 12 месяцев.

**Фотокалька** — фотографическая бумага, эмульсионный слой которой обладает ортохроматической сенсibiliзацией, малой светочувствительностью и высокой контрастностью. В качестве подложки применена прозрачная бумага, обе стороны которой имеют лаковое покрытие. Это покрытие придает бумаге повышенную прочность и прозрачность. Противоореольный слой, нанесенный на подложку, улучшает четкость изображения и обладает противоскручивающими свойствами. Краситель, содержащийся в противоореольном слое, во время обработки фотобумаги полностью вымывается.

Фотокалька, используемая для проекционного печатания, имеет более высокую светочувствительность и контрастность, чем фотобумага, на которой печатают изображение контактным способом.

Обработка фотокальки ведется в растворах и режимах, принятых для обычных фотобумаг.

**Картографическая фотобумага** имеет эмульсионный слой, который снимается с бумажной подложки после обработки. По фотографическим свойствам она аналогична фотобумаге «Унибром» № 7. Бумажная подложка помимо подслоя имеет специальные лаковые покры-

тия, способствующие отделению от нее эмульсионного слоя с изображением.

Картографическая фотобумага часто используется для получения изображения на фарфоре, стекле, дереве и других подложках. В этом случае изображение с негатива печатают контактным или проекционным способом на картографическую фотобумагу, затем ее обрабатывают в растворах и режимах, принятых для обычной фотобумаги. После высушивания эмульсионный слой с изображением обрезают ланцетом и отделяют от подложки, а затем осторожно наклеивают на фарфоровую или другую подложку.

Технокопир — комплект, состоящий из негативной и позитивной фотографических бумаг, обрабатываемых по диффузионному процессу. Эмульсионный слой негативной фотобумаги, имеющий очень малую светочувствительность и высокую контрастность, нанесен на непрозрачную или прозрачную бумажную подложку. Желатиновый слой позитивной фотобумаги содержит ряд специальных веществ и мельчайшие частицы металлического или сернистого серебра, которые служат центрами образования позитивного изображения. Этот слой нанесен на непрозрачную бумажную подложку.

Низкая светочувствительность негативной фотобумаги позволяет изготавливать позитивное изображение при затемненном дневном свете или при слабом электрическом освещении. Печатают оригинал на негативную фотобумагу в отраженном или проходящем свете. Затем негативную фотобумагу опускают в проявляющий раствор следующего состава:

Сульфит натрия безводный . . . . .	50 г
Гидросульфит натрия . . . . .	14 г
Метол . . . . .	10 г
Гидрохинон . . . . .	6 г
Бромистый калий . . . . .	5 г
Лимонная кислота . . . . .	1,6 г
Едкий натр . . . . .	18 г
Вода . . . . .	до 1 л

После этого влажную фотобумагу складывают с позитивной фотобумагой эмульсионными слоями друг к другу. Для полного контакта фотобумаги прижимают резиновыми валиками. Отжатые от избытка проявителя фотобумаги разъединяют после 60—90 сек. На позитивной фотобумаге получается четкая копия оригинала. В целях лучшей сохранности копии позитивную фотобумагу обрабатывают в 1%-ном растворе алюмокалиевых квасцов, затем промывают в

проточной воде. Негативная фотобумага используется лишь один раз и для получения одной копии.

Фотобумаги «Технокопир» широко применяют в специальных аппаратах, обеспечивающих получение позитивной копии с оригинала за 15—20 сек.

#### **Черно-белые фотокиноплёнки для контратипирования**

Диапозитивы и маски для изогелий, псевдобарельефов и других подобных изображений (стр. 301) можно сделать на фототехнических плёнках и на позитивных фотокиноплёнках.

Большинство черно-белых позитивных фотокиноплёнок относится к несенсибилизированным низкочувствительным высококонтрастным светочувствительным материалам.

Светочувствительность позитивных фотокиноплёнок — 0,5—1 ед. ГОСТа; коэффициент контрастности — 2,0—3,0; плотность вуали — не выше 0,04; максимальная оптическая плотность — не ниже 3,0; разрешающая способность — не менее 100 *лин/мм*.

Позитивные фотокиноплёнки изготавливаются на бесцветной и очень прозрачной подложке с тонкослойным и мелкозернистым эмульсионным слоем.

Фотокиноплёнки для контратипирования (стр. 301) — мелкозернистые и имеют особовысокую разрешающую способность. Они изготавливаются на подложке с противоореольным слоем. Для контратипирования используются дубль-позитивные и дубльнегативные плёнки.

**Дубльпозитивная фотокиноплёнка тип А** — несенсибилизированная со светочувствительностью и контрастностью несколько ниже, чем у обычной позитивной фотокиноплёнки. Применяется для изготовления промежуточных позитивов с негатива, предназначенного для тиражирования в большом количестве, получения позитивов, подлежащих длительному хранению, производства масок, применяемых при печатании позитивов по способам изогелии, псевдобарельефа и др.

**Дубльпозитивная фотокиноплёнка тип Б** — панхроматическая сенсibilизированная, близкая по основным свойствам к дубльпозитивной плёнке тип А. Используется для изготовления промежуточных позитивов с цветных негативов.

**Дубльнегативная фотокиноплёнка** — несенсибилизированная, имеет светочувствительность, равную дубльпозитивной плёнке, но значительно менее кон-

трастная (0,5—0,6). На дубльнегативной фотокиноплёнке изготавливают дубликаты негативов (контратипы), печатая их с промежуточных позитивов. Контратипы используют для архивного хранения, большого тиражирования изображения и исправления изображения.

Диапозитивные фотопластинки — несенсибилизированные, трех степеней контрастности: контрастные (1,7—2,0), особоконтрастные (2,4—3,0) и сверхконтрастные (не ниже 3,6). Их светочувствительность одинаковая с фотобумагой. Фотопластинки не имеют противоореольного слоя. Выпускаются размером от  $9 \times 12$  до  $18 \times 24$  см. На диапозитивных фотопластинках, согласуя их по контрасту с характером негативного изображения, печатают контактным или проекционным способом. Обрабатывают в растворах и режимах, предназначенных для фотобумаг.

### Цветные фотобумаги

Цветные фотобумаги — это наиболее сложный вид фотографических многослойных материалов, у которых может быть шесть и более слоев. Эти слои располагаются различно, в зависимости от того, на какие негативы фотобумага рассчитана.

Большинство отечественных и импортных цветных фотобумаг имеет три светочувствительных слоя, каждый из них чувствителен только к одному из цветов: синему, зеленому и красному. Такая избирательная чувствительность достигается несколькими способами. Например, применением разных по своей природе светочувствительных эмульсий: **н а р у ж н ы й с л о й** — несенсибилизированная бромосеребряная эмульсия, чувствительная только к синим лучам; **с р е д н и й с л о й** — хлоросеребряная сенсibilизированная эмульсия, чувствительная к зеленым лучам; **н и ж н и й с л о й** — хлоросеребряная сенсibilизированная эмульсия, чувствительная к красным лучам.

Избирательная чувствительность может быть получена включением после наружного (синечувствительного) слоя желтого светочувствительного слоя (рис. 78), который,

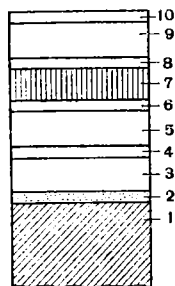


Рис. 78  
Строение цветной фотобумаги: 1 — бумажная подложка, 2 — баритовый слой, 3 — красочувствительный слой, 4 — промежуточный защитный слой, 5 — зеленочувствительный слой, 6 — промежуточный защитный слой, 7 — желтый светочувствительный слой, 8 — промежуточный защитный слой, 9 — синечувствительный слой, 10 — защитный слой

поглощая синие лучи, исключает их действие на нижележащие светочувствительные эмульсии.

Избирательная (спектральная) чувствительность эмульсионных слоев цветной фотобумаги влияет на качество цветопередачи объекта съемки. Особенно большое влияние оказывает характер спектральной чувствительности каждого слоя на границах спектра.

В светочувствительные эмульсии введены разные краскообразующие вещества, способные в процессе цветного проявления фотобумаги образовать: в синечувствительном слое — изображение из желтого красителя, в зеленочувствительном — изображение из пурпурного красителя и в красночувствительном — изображение из голубого красителя. Эти три красителя создают цветное изображение.

Чтобы не происходило смешения цветов и их загрязнения друг другом, между эмульсиями помещены промежуточные желатиновые слои.

В связи с выпуском негативных фотопленок с масками в слоях стали изготавливать специальную цветную фотобумагу для печатания с маскированных негативов, так как при печатании маскированных негативов на обычную цветную фотобумагу необходимо применять очень плотные пурпурные и голубые корректирующие светофильтры, значительно увеличивающие экспозицию при печатании изображения. У фотобумаги, предназначенной для маскированных негативов, наружный слой много светочувствительнее двух других эмульсионных слоев, что позволяет печатать такие негативы с обычными экспозициями и корректирующими светофильтрами.

Цветной позитив, полученный по двухступенному способу, по резкости уступает черно-белому изображению. Объясняется это тем, что в цветном негативе существует три разных по резкости изображения: в наружном слое — наилучшее по резкости изображение, в среднем слое — менее резкое и в нижнем слое — еще менее резкое. Различная резкость изображения возникает из-за светорассеяния в слоях негативной фотопленки и образования изображений объективом в ее светочувствительных слоях при съемке. При печатании такого негатива на обычную цветную фотобумагу резкость изображения снижается тем сильнее, чем больше слоев между печатаемыми изображениями.

В целях повышения резкости изображения некоторые предприятия выпускают цветную фотобумагу с перемещенными слоями. У такой фотобумаги наружный слой чувст-

вители к зеленым лучам, средний слой — к красным, нижний слой — к синим.

У цветной фотобумаги эмульсионные слои, нанесенные на подложку, должны быть б а л а н с и р о в а н ы по светочувствительности, контрастности, фотографической широте и плотности вуали. Балансирование рассчитывается на определенный тип негативного материала и условия работы с фотобумагой: спектральный состав печатающей лампы и вид фотографической обработки. Поэтому цветной негатив, сделанный на материале одной фирмы, трудно напечатать на фотобумаге, изготовленной другой фирмой.

Нарушение баланса фотобумаги по любому из ее свойств приводит к появлению цветоискажений в изображении. Это зависит от условий печатания изображения и режимов фотографической обработки фотобумаги.

На упаковке цветной фотобумаги имеются цифры, например: 20 40 00. Это обозначение корректирующих светофильтров (см. стр. 255): желтые — 20%, пурпурные — 40%, голубые — отсутствуют. Набор корректирующих светофильтров, называемых б а л а н с н ы м и светофильтрами, подбирают печатанием негатива, сделанного на черно-белой фотопленке с бесцветной подложкой. Печатание ведут с разными светофильтрами до тех пор, пока на цветной фотобумаге не будет получено изображение серого тона. Корректирующие светофильтры, при помощи которых получено это изображение, и есть набор балансных светофильтров. Значение балансных светофильтров, проставленных на упаковке цветной фотобумаги, соответствует источнику света с цветовой температурой 2850° К. При использовании печатающей лампы с другой цветовой температурой изменяется и значение балансных светофильтров.

Балансные светофильтры позволяют подобрать одинаковые по свойствам цветные фотобумаги из разных партий.

При хранении цветной фотобумаги происходит изменение ее свойств. Условия хранения существенно влияют на процессы старения, которые происходят в светочувствительных слоях цветной фотобумаги. Гарантийный срок хранения цветной фотобумаги — 12 месяцев со дня изготовления. Изменение фотографических свойств начинается с падения светочувствительности нижнего и среднего слоев, вследствие чего в изображении появляется излишний желтый тон. Нарушение цветового баланса происходит обычно в течение первых шести месяцев с момента изготовления фотобумаги. После шести месяцев хранения цветовой баланс

изменяется мало, так как в дальнейшем светочувствительность у всех трех слоев падает почти одинаково. К концу гарантийного срока общая светочувствительность фотобумаги снижается на 10—20%, контрастность — на 20—30%. Вследствие процессов старения возможно появление красных пятен и точек, помутнение красителей, составляющих цветное изображение, и образование повышенной вуали, пурпурного или желтовато-коричневого цвета.

При хранении цветной фотобумаги в течение трех и более лет наблюдается разложение светочувствительных слоев в виде частой сетки красного тона. Это разложение начинается с кромок листа и постепенно распространяется на весь лист фотобумаги. Первыми портятся наружные листы в пачке фотобумаги.

Отечественная промышленность выпускает следующие цветные фотобумаги.

«Фот о ц в е т-1» предназначена для печатания изображения с цветных немаскированных негативов. По общей светочувствительности в два-три раза выше светочувствительности черно-белой фотобумаги «Унибром»; по степени контрастности близка к нормальной. Фотобумага имеет три светочувствительных слоя, желтый светофильтровый слой, три промежуточных и один защитный слой. Изготавливается с глянцевой поверхностью.

«Фот о ц в е т-2» предназначена для печатания изображения с цветных немаскированных негативов. По светочувствительности одинакова с «Фотоцвет-1». Выпускается двух степеней контрастности: нормальной и контрастной. Отличается от «Фотоцвет-1» тем, что не имеет желтого светофильтрового слоя. Изготавливается с глянцевой поверхностью.

«Фот о ц в е т-4» предназначена для печатания изображения с цветных маскированных негативов. Светочувствительные слои балансированы у этой бумаги так, что маска не требует применения особоплотных корректирующих светофильтров при печатании.

«Фот о ц в е т-5» отличается от всех других отечественных цветных фотобумаг тем, что имеет перемещенные светочувствительные слои, повышает резкость позитивного изображения.

Помимо отечественных цветных фотобумаг большим распространением пользуются «Фомакolor» (Чехословацкая Социалистическая Республика) и «Фортекolor» (Венгерская Народная Республика). По фотографическим свойствам

эти фотобумаги близки к отечественным цветным фотобумагам. Растворы и режимы обработки импортных фотобумаг несколько отличаются от рекомендованных для отечественных фотобумаг.

## АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕЧАТАНИЯ

Печатаение изображения может быть осуществлено проекционным и контактным способами.

**Проекционное печатание** — способ, при котором с помощью объектива негативное изображение проецируется на позитивный фотоматериал. Этот способ особенно распространен в связи с широким использованием малоформатными фотоаппаратами.

Проекционное печатание применяют, если необходимо получить увеличенный или уменьшенный позитив по сравнению с негативным изображением; если нужно регулировать внутрикадровую экспозицию при печатании изображения или впечатать в позитив изображения с нескольких негативов; изменить градацию изображения или трансформировать изображение.

Для проекционного печатания пользуются фотоувеличителями, представляющими собой сложные оптические аппараты, от которых в большой мере зависит качество позитивного изображения. Поэтому очень справедливо мнение, что лучше иметь более дешевый фотоаппарат, чем плохой фотоувеличитель.

**Фотоувеличитель** имеет следующие основные детали: п р о е к т о р, состоящий из осветителя, негативодержателя и объектива, экран и штангу (рис. 79).

О с в е т и т е л ь имеет вид шара, конуса, цилиндра или другую форму; в нем помещены источник света, конденсор и часто—рамка для корректирующих светофильтров, применяемых во время печатания цветных изображений.

В качестве источника света используют лампы накаливания с колбой из молочного или опалового стекла. На пути светового пучка установлен конденсор, повышающий коэффициент полезного действия

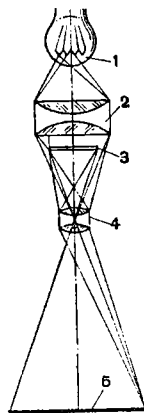


Рис. 7.9  
Схема фотоувеличителя:  
1 — лампа,  
2 — конденсор,  
3 — негативодержатель,  
4 — объектив,  
5 — экран для фотобумаги

лампы и способствующий равномерному освещению экрана. Конденсор может состоять из одной, двух и трех линз. Наиболее часто применяют конденсор с двумя плоско-выпуклыми линзами, обращенными плоскими сторонами наружу. Диаметр конденсора зависит от формата негатива, на который рассчитан фотоувеличитель, и должен быть несколько больше диагонали печатаемого негатива. Например, для негатива  $24 \times 36$  мм конденсор должен иметь диаметр 50—55 мм, для негатива  $6 \times 9$  см — диаметр 110—115 мм и т. д.

Фокусное расстояние конденсора обычно меньше фокусного расстояния объектива, установленного в фотоувеличителе.

Чтобы экран был равномерно освещен и на нем не оказалось темных или цветных пятен и каемок, возникающих из-за неправильной установки лампы, в осветителе есть устройство, позволяющее центрировать лампу в зависимости от масштаба увеличения изображения.

Получению равномерного освещения экрана способствует матовое стекло, укрепляемое на оправе конденсора или на колбе лампы. За счет рассеивания света матовым стеклом царапины, потертости и зернистость негатива будут менее заметны, также снижается контрастность изображения в позитиве.

Негативодержатель — рамка из двух створок, имеющих кадровое окно и канал, предохраняющий фотопленку от смещения в сторону. Чтобы на фотопленке не появились царапины во время ее протягивания по каналу, створки рамки сделаны раздвижными. В большинстве случаев кадровое окно имеет одно или два покровных стекла, которые расправляют фотопленку. Эти стекла должны быть плоскими и хорошо отполированными. Однако при чрезмерно высокой полировке стекол возможно появление цветных пятен, называемых кольцами Ньютона. Эти цветные пятна портят изображение. Они возникают в точках соприкосновения едва заметной выпуклости фотопленки с очень хорошо отполированной поверхностью плоскости стекла. Особенно часто кольца появляются при печатании позитивов со свежих и хорошо обработанных негативов. Для предотвращения пятен между стеклом и фотопленкой можно ввести жидкость, коэффициент преломления которой близок к коэффициенту преломления стекла, например глицерин, четыреххлористый углерод и др. Можно устраним пятна, если со стороны подложки фотопленки нанести кисточкой несколько крупинок мела; они нарушат

контакт между поверхностями фотопленки и стеклом. Кругпинки должны быть очень мелкими, чтобы белые точки от них были незаметны или легко заделывались на позитиве.

Покровные стекла часто являются причиной образования дефектов на позитиве (царапин, точек и т. д.). Поэтому есть рамки, у которых кадровое окно не имеет покровных стекол. Такие рамки не всегда гарантируют надежное распрямление фотопленки, особенно если она долго нагревалась лампой во время печатания.

Объектив проецирует негативное изображение на позитивный фотоматериал. Требования к оптическим свойствам объектива так же высоки, как и к объективу, применяемому для съемки. Фокусное расстояние объектива должно быть не меньше диагонали увеличиваемого негатива. Наилучшим будет такой объектив, у которого фокусное расстояние равно фокусному расстоянию объектива, примененного во время съемки увеличиваемого негатива. Относительное отверстие объектива может быть 1 : 4 или 1 : 5,6. Очень светосильные объективы применяют редко, так как чем светосильнее объектив, тем ниже его разрешающая сила, что отрицательно сказывается на передаче мелких деталей в изображении.

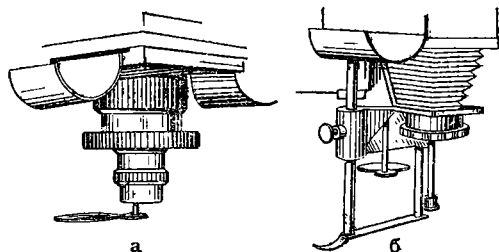


Рис. 80  
Устройство для наводки объектива на резкость:  
а — многозаходная винтовая оправа, б — камера со складным мехом

Многие фотоувеличители рассчитаны на применение в них объективов от фотоаппарата; пользуясь ими, следует оберегать их от перегрева и повреждений резьбы оправы.

Резкое изображение на позитивном фотоматериале может быть получено лишь при установке объектива на строго

определенное расстояние между негативом и экраном. Расстояние зависит от масштаба увеличения изображения и фокусного расстояния объектива. Для его установки применяют устройства, позволяющие перемещать объектив вдоль оптической оси. Устройства бывают разной конструкции (рис. 80), например в виде многозаходной винтовой оправы, камеры со складным мехом и т. д.

В целях облегчения установки объектива на резкость некоторые фотоувеличители снабжены специальным приспособлением, которое состоит из двух сложных металлических призм, смонтированных в небольшом сквозном отвер-

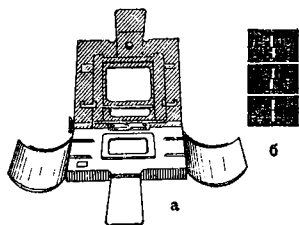


Рис. 81  
Негативодержатель с щелевым устройством: а — рамка, б — изображение щели на экране фотоувеличителя

стии в задней части негативодержателя. Чтобы видеть световые щели, негативодержатель следует немного вытянуть из фотоувеличителя. Для получения резкого изображения объектив нужно перемещать до тех пор, пока две световые щели не сольются в одну (рис. 81). После наводки объектива на резкость негативодержатель возвращают на место.

Э к р а н — массивная доска, на которую помещают фотобумагу для печатания изображения или кадрирующую рамку. Есть фотоувеличители с экраном, имеющим светонепроницаемый ящик для хранения фотобумаги.

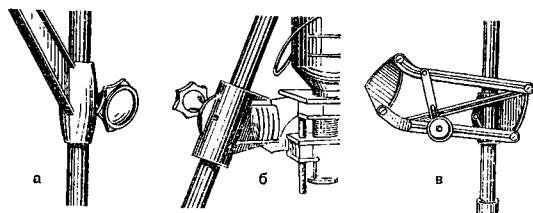


Рис. 82  
Штанги фотоувеличителя: а — со скользящей стяжной муфтой, б — с фрикционным устройством, в — с качающимися консолями

Ш т а н г а — металлическая труба для подвески проектора, прочно укрепленная на экране. Иногда штанга состоит из двух тонких труб. Конструкции штанг и особенно

устройств для подвески проектора на штангу весьма различны (рис. 82). Наиболее удобной подвеской является устройство с качающимися консолями. Такая подвеска позволяет легко переходить от одного масштаба увеличения изображения к другому.

Кратность увеличения изображения зависит от фокусного расстояния объектива и расстояния между объективом и экраном. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем должен быть выше проектор над экраном для одинакового по кратности увеличения изображения. Высота подъема проектора определяется длиной штанги, которая должна всегда быть согласована с фокусным расстоянием объектива, установленным в фотоувеличителе. Фотоувеличители позволяют увеличивать изображение в пределах от 1,8 до 8×; от 1,8 до 10×; от 2,5 до 10× и т. д.

При необходимости получить увеличение больше, чем допускает длина штанги, проектор либо поворачивают вокруг штанги на 180°, с тем чтобы объектив проецировал изображение мимо экрана и ниже его на какую-нибудь поверхность, либо поворачивают проектор горизонтально и проецируют изображение на стену комнаты.

Есть фотоувеличители, в которых можно печатать негативы разного формата, например малоформатные и широкоформатные. Такие фотоувеличители снабжены не только негативодержателем с переходными рамками или шторками, но и двумя конденсорами, а также двумя или тремя объективами разного фокусного расстояния, рассчитанными на соответствующий формат негатива.

Многие фотоувеличители помимо рассмотренных деталей имеют еще и другие приспособления: например, автоматическое устройство для наводки объектива на резкость. Конструкции этого устройства различны, например в виде лекала, по которому скользит рычаг, управляющий наводкой объектива. При перемещении проектора по штанге происходит и перемещение по лекалу рычага, который удаляет или приближает объектив к негативу. Как только проектор даст изображение в требуемом масштабе, рычаг автоматически установит объектив на резкость.

К дополнительным принадлежностям относятся: к р а с н ы й с в е т о ф и л ь т р — для защиты от действия белого света на фотобумагу во время ее укладки на экран (светофильтр помещается между объективом и экраном или внутри осветителя); э к с п о н о м е т р — для определения

экспозиции или автоматической ее установки при печатании изображения; ц в е т о к о р р е к т о р — для подбора светофильтров при печатании цветного изображения; с в е т о н е п р о н и ц а е м ы е к а с с е т ы и с о ф и т ы с л а м п а м и — для репродуцирования фотоувеличителем и другие приспособления.

Из многочисленных принадлежностей, изготавливаемых к аппаратам для печатания, чаще применяются следующие.

С т а б и л и з а т о р н а п р я ж е н и я — прибор, обеспечивающий постоянное напряжение электрической энергии, подаваемой к печатающей лампе. Прибор необходим в тех случаях, когда напряжение в электрической сети непостоянно, так как с повышением напряжения в сети накал нити лампы становится сильнее и свет от нее более яркий, с повышенным количеством синих и зеленых лучей. Наоборот, при падении напряжения в сети лампа излучает больше оранжево-красных лучей и одновременно понижает яркость света. Эти колебания существенно влияют на экспозицию во время печатания изображения и на цветопередачу в цветном изображении.

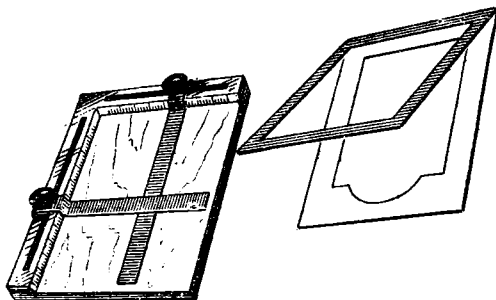


Рис. 83  
Кадрирующие рамки

Р е л е в р е м е н и — прибор, с помощью которого при печатании изображения получают постоянные по величине выдержки. Реле времени подключают к лампе фотоувеличителя или копировального станка. Диапазон зависит от конструкции прибора. Реле времени бывают с электронным или с часовым механизмом.

К а д р и р у ю щ а я р а м к а — рамка, которую помещают на экран фотоувеличителя для бумаги. С помощью

рамки легко установить наилучшие границы кадра, выбрать в негативе участок для печатания, сделать белый кант, обрамляющий изображение на фотобумаге, и т. д. По конструкции рамки весьма различны (рис. 83). Одни рассчитаны на определенные форматы, другие — универсальные, позволяющие изменять формат и соотношение сторон кадра.

**Контактное печатание** — способ, при котором во время экспонирования эмульсионный слой негатива плотно прижат к светочувствительному слою позитива.

Контактное печатание применяют для получения позитива с крупноформатного негатива, для изготовления большого количества позитивов с одного негатива, для печатания диапозитивов и т. д.

Для контактного печатания применяют копировальные рамки (рис. 84) и копировальные станки (рис. 85). Конструктивно они могут быть выполнены различно и изготовлены из дерева, металла или пластмассы.

Простейший копировальный станок представляет собой светонепроницаемый ящик, в верхней части которого есть рама с толстым, хорошо полированным стеклом. Над стеклом к корпусу станка прикреплена крышка. На внутреннюю ее сторону приклеено толстое сукно, фетр или губчатая резина. Крышка предназначена для того, чтобы плотно прижать негатив к фотобумаге. Внутри ящика помещены белые и цветные лампы. Количество ламп и их размещение зависит от конструкции станка. Белые лампы обеспечивают равномерное освещение по всему формату кадра, на который рассчитан станок. Они включаются специальным контактом, вмонтированным в прижимную крышку, или другим устройством. Свет от белых ламп экспонирует фотобумагу через негативное изображение. Цветная лампа освещает покровное стекло и позволяет правильно разместить на стекле негатив и фотобумагу.

Для печатания диапозитивов с малоформатных негативов на позитивную киноплёнку очень удобен станок, показанный на рис. 86.

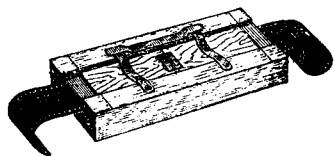
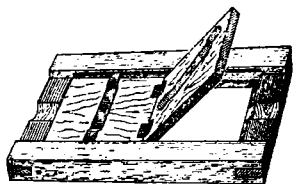


Рис. 84  
Копировальные рамки

## ПЕЧАТАНИЕ ПОЗИТИВА

Чтобы отпечатать позитив, необходимо выбрать негатив, подготовить его к печатанию, подобрать к нему фотобумагу, определить экспозицию.

**Выбор негатива и подготовка к печатанию.** Негатив является промежуточным звеном в получении позитивного изображения объекта съемки.

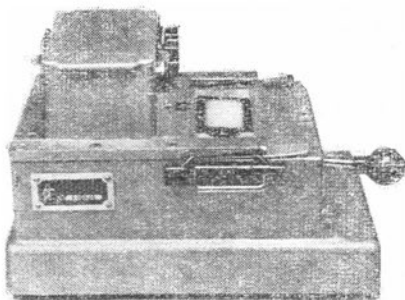
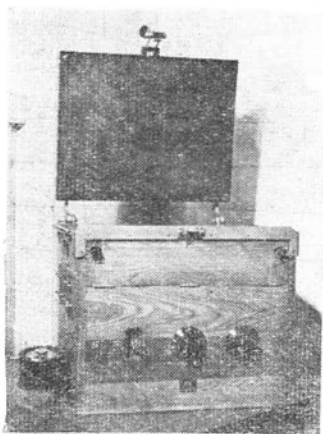


Рис. 85  
Копировальный станок

Рис. 86  
Станок для печатания диапозитивов

Негатив должен быть нормальным по резкости, плотности и контрастности; поверхность — сухой и чистой; сюжет — интересным, а кадр — композиционно законченным.

Проверяют негатив с помощью лупы или по контактному отпечатку с негатива. На отпечатке заметнее дефекты изображения и легче установить границы кадра.

В случае обнаружения дефектов на негативе их следует по возможности устранить. Операции по устранению дефектов весьма различны и требуют большой осторожности, так как могут быть причиной гибели негатива. Особенно опасны операции, проводимые в растворах. Здесь возможно появление пятен на негативе, отслаивание эмульсионного слоя от подложки, разрушение изображения и т. д. Поэтому прежде чем обработать негатив в растворах, с него делают страховой позитив на фотопленке или фотопластинке. В случае порчи негатива со страхового позитива можно изготовить контрпозитив — дубликат негатива.

Если малоформатный негатив имеет много дефектов, которые трудно устранить, целесообразно сделать увеличенный контратип. На таком контратипе проще исправить дефекты ретушью или другими способами. Контратип удобен и в том случае, если нужно получить большое количество позитивов с одного изображения. Для этого контратип увеличивают до размера, с которого можно печатать позитивы контактным способом.

Любая операция по исправлению негатива должна быть выполнена очень тщательно. Причем, если предусмотрена обработка в растворах, предварительно следует провести весь процесс исправления на пробном негативе, идентичном по характеру изображения, фотоматериалу и обработке основному негативу.

**Подбор позитивного фотоматериала к негативу.** Позитивное изображение в значительной мере зависит от подбора фотобумаги. Если, например, отпечатать нормальный по контрастности негатив на особоконтрастной фотобумаге, то полутонов в изображении не будет. Также неудовлетворительным будет позитив, отпечатанный с этого негатива на мягкой фотобумаге. Плохого качества окажется изображение чертежа, напечатанное с контрастного негатива на мягкую фотобумагу, и т. д.

При подборе фотобумаги по степени контрастности нужно учитывать особенности негатива (табл. 22).

Фотобумаги к негативам можно также подбирать по сенситометрическим характеристикам. Для этого необходима сенситометрическая аппаратура, которой в обычной фотографической практике пользуются редко. Поэтому в книге не дано описание этого способа.

При любом способе подбора фотобумаги к негативу почти невозможно получить одинаковые по качеству позитивы, если к одному объекту съемки имеются два негатива: контрастный и вялый. Позитив, отпечатанный с контрастного негатива на мягкой фотобумаге, не будет иметь глубоких черных и чисто-белых деталей. На позитиве, напечатанном с вялого негатива, не будет полутонов, изображение получится грубозернистым, так как чем контрастнее фотобумага, тем заметнее зернистость изображения.

При подборе фотобумаги следует обращать внимание и на ее поверхность. Портрет, пейзаж и схема машины печатают на фотобумагах с разной поверхностью. Например, фотобумаги со структурной поверхностью очень хороши для печатания с большим увеличением портретов, зимних

Вид негатива	Степень контрастности фотобумаги
Негатив очень контрастный, яркие детали трудноразличимы из-за повышенной плотности, темные детали почти не проработались	Мягкая № 1
Негатив умеренно контрастный, все детали хорошо различимы	Нормальная № 2
Негатив нормальный по контрастности и плотности, все детали очень хорошо различимы	Нормальная № 3
Негатив имеет пониженный контраст, изображение серое	Контрастная № 4
Негатив с пониженным контрастом, детали в изображении различаются плохо	Контрастная № 5
Негатив вялый, со слабо различимыми переходами между яркими и темными деталями в изображении или на негативе воспроизведен чертеж, текст или другое подобное изображение	Особо контрастная № 6
Негатив очень вялый, детали едва различимы или на негативе воспроизведен чертеж, текст или другое подобное изображение	Особо контрастная № 7

пейзажей и других изображений, имеющих крупные детали. Однако и глянцевые фотобумаги во многих случаях также подходят для этих изображений. Матовые и особенно полуматовые поверхности дают изображения с отлично проработанными полутонами. Эти изображения могут рассматриваться под любым углом зрения, так как на поверхности позитива не возникает бликов, мешающих полноценно видеть весь снимок. Глянцевые и особоглянцевые поверхности очень хороши для изображений, имеющих много мелких деталей, и контрастных.

Однако все рекомендации по подбору фотобумаги к негативу весьма условны, так как здесь следует учитывать сюжет съемки, характер тоновоспроизведения, структуру изображения и условия, при которых будет рассматриваться позитив. Часто с одного и того же негатива делают позитивы на разных по контрасту и поверхности фотобумагах и получают разные по характеру изображения. Бывает и так, что разные фотографии печатают одинаковые по содержанию снимки различно, выявляя в этом свою творческую индивидуальность.

Цветные фотобумаги изготавливают в небольшом ассортименте, поэтому их подбирать к негативу почти не представляется возможным. Еще в меньшем ассортименте выпускаются позитивные черно-белые и цветные фотопленки и фотопластинки, предназначенные для диапозитивов.

**Проекционное печатание** требует выполнения следующих операций: подготовки фотоувеличителя к печатанию, наводки объектива на резкость, определения экспозиции и экспонирования позитивного фотоматериала через негативное изображение.

**Подготовка фотоувеличителя.** Неисправность фотоувеличителя или его загрязнение часто являются причиной получения неудовлетворительного позитива. Поэтому перед работой с фотоувеличителем необходимо проверить прочность крепления всех его деталей; протереть линзы конденсора, колбу лампы, негативодержатель и экран; сдуть пыль с объектива и отрегулировать лампу.

Стеклянные детали фотоувеличителя хорошо очищаются от загрязнений мягкой полотняной или батистовой тряпочкой, смоченной в жидкости, применяемой для чистки стекол. Покровные стекла негативодержателя и пленочные негативы протирать сухой бархоткой нельзя, так как при трении они электризуются и притягивают к себе имеющиеся в воздухе пылинки.

Пыль с объектива сдувают резиновой грушей.

Чтобы фотоувеличитель не загрязнялся, его следует хранить под чехлом, а объектив — закрытым крышкой.

Равномерное и интенсивное освещение негатива и позитивного фотоматериала зависит от установки лампы в проекторе фотоувеличителя. Положение лампы в проекторе связано с масштабом увеличения изображения. Чем меньше масштаб увеличения, тем ближе должна быть лампа к конденсору, и наоборот, — чем больше увеличение, тем дальше должна быть отодвинута лампа от конденсора. Поэтому лампу центрируют при таком размере изображения, которое будет получено во время печатания негатива. Центрирование лампы необязательно при каждом изменении масштаба увеличения, если эти изменения небольшие и если в фотоувеличителе установлена лампа с колбой из матового стекла или в проекторе есть матовое стекло. Центрируют лампу при той диафрагме объектива, при которой будет происходить печатание изображения.

До центрирования лампы целесообразно поместить в фотоувеличитель негатив, навести объектив на резкость,

укрепить на экране лист белой бумаги размером увеличиваемого изображения. При центрировании лампу придвигают или отодвигают от конденсора до тех пор, пока не будет равномерно освещен весь белый лист бумаги на экране. Лампа должна быть установлена строго по оптической оси, иначе на бумаге появляются тени в виде подковы или круга.

Наводка объектива на резкость. Предназначаемые для печатания негативы подбирают в группы, одинаковые по масштабу увеличения, плотности и контрастности изображения. После чего негативы печатают по группам.

Для наводки объектива на резкость негатив помещают в негативодержатель фотоувеличителя эмульсионным слоем к экрану. Затем устанавливают размер печатаемого изображения и передвигают объектив вверх и вниз до тех пор, пока не будет достигнута наилучшая резкость изображения, проецируемого на лист белой бумаги, укрепленный на экране. Наводку объектива на резкость ведут по наиболее ярким и четким деталям изображения.

Наводка объектива на резкость значительно облегчается, если фотоувеличитель имеет щелевое устройство или если применяют определитель резкости (рис. 87). При передвижении фотопленки в негативодержателе нужно развести створки рамки негативодержателя.

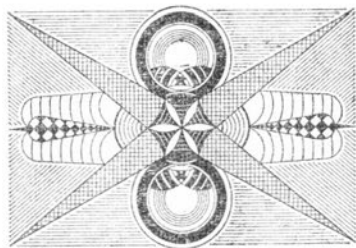


Рис. 87  
Определитель резкости изображения

После наводки объектива на резкость проверяют границы кадра изображения. Если границы кадра не были предварительно установлены по контактному отпечатку с негатива или по изображению, когда определяли масштаб увеличения, то берут лист белой

бумаги нужного формата и укрепляют его на экране фотоувеличителя таким образом, чтобы границы кадра отвечали требованиям печатаемого изображения. Границы кадра легко установить и с помощью кадрирующей рамки, в которую до печатания изображения укладывают лист белой бумаги. Особенно удобна универсальная кадрирующая рамка, имеющая угольник, откидывающийся на шарнирах. Вдоль сторон угольника расположены ползунки с

металлическими пластинами, которые помогают установить границы кадра.

Наводку объектива на резкость и выбор границ кадра ведут в затемненном помещении при свете лабораторного фонаря.

### **Печатание черно-белого изображения**

**Определение экспозиции.** При изготовлении позитива наиболее трудным является определение величины экспозиции для печатания изображения. Объясняется это тем, что позитивные фотоматериалы имеют очень высокий контраст, а чем контрастнее фотоматериал, тем точнее должна быть подобрана экспозиция. Кроме того, от экспозиции зависит плотность позитивного изображения, проработка его деталей и другие важные характеристики.

Экспозиция при печатании изображения — это произведение освещенности фотобумаги на продолжительность ее освещения.

На плотность позитивного изображения влияет не только величина экспозиции, но и как эта экспозиция осуществлена. Например, при длительной выдержке и малой освещенности фотобумаги позитивное изображение будет менее плотным, чем при короткой выдержке и большой освещенности фотобумаги. В связи с этим лучше применять короткую выдержку и интенсивную освещенность, чем длительную выдержку и слабую освещенность. При коротком экспонировании изображение будет не только плотнее, но и более сочное.

Однако очень короткие выдержки могут быть причиной недоброкачественных позитивов вследствие ошибок при отсчете времени экспонирования. Поэтому в большинстве случаев предпочитают печатать нормальный по плотности негатив с выдержкой 5—8 сек. Исходя из этой выдержки и подбирают освещенность фотобумаги для печатания изображения. В целях упрощения экспонирования устанавливают постоянную освещенность экрана фотоувеличителя и меняют лишь величину выдержки.

Определение величины выдержки можно производить по визуальной оценке негатива, по замеру плотности негатива фотозлектрическим экспонометром, по экспонограмме с негатива и другим способам.

Для определения выдержки путем визуальной оценки негатива необходимо иметь очень большой опыт работы по печатанию изображения. Однако и при большой практике

оптимально напечатанные позитивы получаются редко, так как этот способ зависит от условий рассматривания негатива, освещенности экрана, свойств фотобумаги и режима ее проявления. Все эти факторы очень трудно учесть, тем более что они часто бывают переменными.

Замер плотности негатива фотоэлектрическим экспонометром позволяет определить величину выдержки несколько точнее, чем при визуальной оценке негатива. При определении выдержки экспонометром нужно печатать на стандартной фотобумаге и обрабатывать ее в строго одинаковых условиях. Существенным недостатком этого способа является суммарный замер плотности негатива, сюжет которого может быть весьма различным, например зимний пейзаж с фигурой лыжника в черном костюме и портрет в светлой тональности, требующим разного экспонирования. В случаях замера экспонометром сюжетно важной детали негатива точность определения выдержки повышается.



ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВЫДЕРЖКИ ПРИ ФОТОПЕЧАТИ

ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДЯЩИЕ ПОГРЕШНОСТЬ		ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ (сек.)											
ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕГАТИВА		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СТЕПЕНЬ ПЛОТНОСТИ НЕГАТИВА		ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ВЫДЕРЖКА											
СРЕДНЯЯ	10 сек.	8	7	5	35	15	2	15	1				
НОРМАЛЬНАЯ	30 сек.	25	20	15	10	7.5	5	3.5	2.5				
ПЛОТНАЯ	60 сек.	50	40	30	20	15	10	7.5	5				
ОЧЕНЬ ПЛОТНАЯ	100 сек.	100	100	80	60	45	30	25	15				



Рис. 88  
Определитель выдержки для печатания изображения

Рис. 89  
Рамка для печатания ступенчатой экспонোগраммы

Наиболее рационально определять выдержку по экспонোগрамме, представляющей собой позитив с негатива, отпечатанный с несколькими разными выдержками. Экспонোগрамма может быть в виде оптического клина, напечатанного на листе фотобумаги (рис. 88) или в виде полосы фотобумаги, на которую ступенчато напечатана сюжетно важная часть изображения. Ступенчатую экспонোগрамму можно сделать так: полосу фотобумаги шириной 2—3 см вкладывают в рамку (рис. 89) и помещают на экран фотоувеличителя

с таким расчетом, чтобы сюжетно важная деталь негатива каждый раз проецировалась на новый участок фотобумаги. После первого экспонирования фотобумаги рамку передвигают на размер клапана. Так поочередно экспонируют всю полосу фотобумаги, изменяя выдержку на какую-либо постоянную величину, например: 2, 4, 6, 8, 10, 12 сек. Экспонogramму проявляют столько времени, сколько рекомендовано для используемой фотобумаги. После проявления экспонированную полосу фотобумаги споласкивают в воде, фиксируют, коротко промывают и высушивают. Сушка необходима, так как изображение на мокром и сухом позитиве различно по плотности, контрастности и воспроизведению деталей объекта съемки. В экспонogramме учитываются все факторы, участвующие в получении позитива с негатива.

Рассматривая изображения в экспонogramме, легко выбрать наилучшую выдержку для печатания негатива. С выбранной выдержкой следует печатать позитив с негатива. Разумеется, что экспонogramма и позитив должны быть напечатаны на одинаковой фотобумаге и одинаково проявлены.

При изменении масштаба увеличения изображения необходимо изменить и выдержку для печатания.

Чтобы точно определить выдержку, следует сделать повторные экспонogramмы (можно сокращенные) при тех размерах изображения, которые будут на позитивах. Если с негатива нельзя напечатать обычным способом, то экспонogramма, сделанная с деталей, требующих разных выдержек, поможет подобрать внутрикадровую экспозицию.

В больших промышленных лабораториях применяют копировальные станки и фотоувеличители, в которых экспозиция для печатания изображения определяется с помощью фотоэлектрических экспонометров. В одних приборах экспонометры указывают величину экспозиции для печатания каждого негатива, в других — автоматически устанавливают экспозицию во время печатания негатива.

Способы определения экспозиции различны. Например, в фотоувеличителе (рис. 90) экспозиция может быть определена по замеру света, прошедшего через негатив; по замеру части отраженного света, прошедшего через негатив; по замеру света, отраженного фотобумагой, и по замеру света, прошедшего через фотобумагу.

Экспонометрические устройства обеспечивают правильную экспозицию лишь при печатании позитивов с полноценных негативов на стандартной фотобумаге и при стабильном процессе ее обработки.

**Экспонирование.** До экспонирования фотобумаги следует перекрыть свет лампы красным светофильтром, установленным перед объектом. Затем поместить на экран фотоувеличителя или в кадрирующую рамку лист фотобумаги, по размеру и толщине одина-

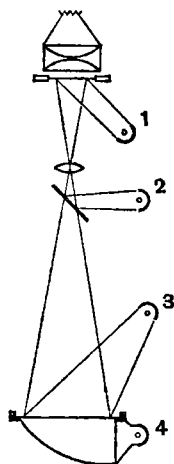


Рис. 90  
Способы определения экспозиции в фотоувеличителе экспонометром:  
1 — замер света, прошедшего через негатив, 2 — замер части отраженного света, прошедшего через негатив, 3 — замер света, отраженного фотобумагой, 4 — замер света, прошедшего через фотобумагу

ковый с бумагой, которой пользовались при наводке объектива на резкость. Затем фотобумагу экспонируют с выдержкой, выбранной для печатаемого негатива, предварительно отодвинув в сторону красный светофильтр. Экспонирование рекомендуется производить включением и выключением лампы. Иногда экспонируют быстрым отодвиганием красного светофильтра, но при этом возможно вибрирование проектора, из-за чего изображение окажется нерезким, с несколькими контурами.

Встречаются негативы, в которых очень плотное изображение неба по сравнению с другими деталями объекта съемки. Печатавая один из этих негативов с выдержкой, одинаковой для всего изображения, получают позитив, на котором вместо неба сплошная белая поверхность, без малейших признаков облаков. Доброкачественный позитив с этого же негатива можно получить лишь в том случае, если для экспонирования неба и других деталей изображения будут подобраны разные выдержки.

Внутрикадровое регулирование выдержек осуществляют заслонками разной формы (рис. 91), изготовленными из картона, черной бумаги и других материалов. Заслонки прикрепляют к тонкой проволоке, чтобы было удобно во время экспонирования ввести заслонку между объективом фотоувеличителя и фотобумагой. Устанавливая соответствующие по форме заслонки на пути света лампы, экспонируют детали негатива в зависимости от их плотности. В процессе печатания заслонки, затемняющие прозрачные детали негатива, должны все время находиться в легком движении и на некотором расстоянии от фотобумаги. Чем больше это расстояние и чем плавнее колебания заслонки, тем менее заметны границы затемнения. Чтобы тень от проволоки не была

заметна на позитиве, заслонку следует перемещать по окружности.

Иногда вместо заслонок затенение производят рукой, располагая ладонь и пальцы так, чтобы тень от них падала на прозрачные детали негатива.

При необходимости затенить детали изображения, расположенные в разных местах кадра, применяют заслонку, изготовленную на чистом стекле. Для этого на стекло наклеивают кусочки ваты или наносят черную краску с таким расчетом, чтобы они затеняли нужные участки негатива в той степени, которая обеспечивает необходимое выравнивание плотностей на позитиве. Стеклойной заслонкой пользуются так же, как и обычной, т. е. на пути света лампы устанавливают заслонку и непрерывно ее покачивают, чтобы не было видно границ затеняемых участков.

Портрет и некоторые другие сюжеты негатива, имеющего резкое изображение, иногда печатают так, чтобы на позитиве было смягченное по резкости изображение.

Путем смещения резкости наводки объектива нельзя получить смягченное изображение, оно будет просто нерезким и плохо воспроизводящим детали объекта съемки. Поэтому для смягчения резкости изображения в процессе печатания применяют специальные рассеиватели: круглые оправы или рамки со вставленными в них тюлем, шифоном, газом, муслином, металлической сеткой или другими сетчатыми материалами. Степень смягчения резкости изображения зависит от плотности материала, места расположения рассеивателя и частично от цвета материала. Чем плотнее материал и чем дальше отодвинут рассеиватель от объектива, тем мягче по резкости будет изображение. Степень снижения резкости в позитиве можно также регулировать длительностью проецирования негатива через сетку, т. е. сетку держать в течение всей выдержки или только части ее.

Рассеиватели в круглых оправках надевают на объектив фотоувеличителя, но предпочтительнее пользоваться рамочными рассеивателями, так как один и тот же рассеиватель, устанавливаемый на разных расстояниях от объектива, позволяет получить различные по характеру смягчения позитивы.

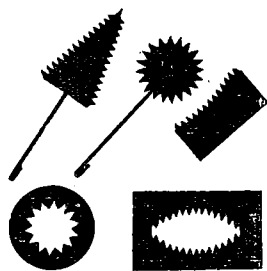


Рис. 91  
Заслонки для регулирования  
внутрикадровой выдержки по  
времени печатания изображения

Рассеиватели помогают уменьшить зернистость изображения и сделать менее заметными на позитиве другие дефекты, например царапины, точки и пр.

Для смягчения изображения часто применяют матовое стекло. На характер смягчения изображения влияет то, как помещено это стекло в негативодержателе фотоувеличителя. Оно может быть расположено над негативом или под негативом матированной поверхностью к объективу или от объектива. Степень смягчения изображения зависит также от величины зерна матированной поверхности стекла.

Наибольший эффект будет получен с крупнозернистым стеклом, помещенным под негатив и обращенным матовым слоем к объективу.

С помощью матового стекла можно смягчить не все изображение, а некоторые его детали. В этом случае позитив печатают через лежащее на фотобумаге мелкозернистое матовое стекло. Предварительно его матированная поверхность должна быть обработана кистью, смоченной в глицерине, который делает матовое стекло прозрачным. Глицерином обрабатывают только те участки стекла, которые совпадают с деталями, не нуждающимися в смягчении изображения.

Чтобы нанести глицерин, негатив проецируют на лист белой бумаги, сверху ее кладут стекло матовым слоем к объективу и обрабатывают кистью те участки стекла, которые должны сделаться прозрачными и не влиять на печатаемые детали изображения.

Печатание через рассеиватели создает впечатление, что зернистость изображения стала меньше, меньше заметны и царапины, точки и другие дефекты на позитиве.

К наиболее трудным видам работы относится печатание позитивов, из которых составляют панорамное изображение. Важнейшим требованием при этой работе является очень тонкая подгонка отдельных позитивов по тону, плотности и другим характеристикам изображения. Каждый позитив печатают со всего негатива без его кадрирования, чтобы на отпечатках были видны границы изображения. Руководствуясь этими границами, легче соединить отдельные снимки в панорамное изображение.

Для одинаковой тональности позитивов предварительно подбирают точные экспозиции и все отпечатки проявляют одновременно.

**Подбор корректирующих светофильтров.** Позитив, напечатанный с цветного негатива, редко воспроизводит точно по цвету объект съемки. Обычно позитив имеет цветоискажения, которые возникают от многих причин: от степени баланса светочувствительных слоев негативного материала; условий съемки; режима проявления негатива; свойств цветной фотобумаги; спектрального состава света, применяемого при печатании изображения, и от режима обработки фотобумаги.

Во время печатания негатива на балансированную фотобумагу можно устранить нарушения баланса в негативе лишь по плотности частичных изображений. Для этого применяют корректирующие светофильтры, представляющие собой желатиновые окрашенные пленки, заклеенные между двух плоскопараллельных стекол (рис. 92). Светофильтры выпускаются трех цветов: желтого, пурпурного и голубого. По характеру поглощения света они подобны красителям, из которых состоят частичные изображения в цветном негативе. Светофильтры могут быть в виде комплектов из 11 или 20 штук, отличающихся друг от друга по плотности окраски. В каждой из этих групп самый плотный светофильтр обозначен цифрой 99, а самый слабый — цифрой 5. Это условные проценты плотности для каждого цвета. Три разных по цвету светофильтра, сложенные вместе и одинаково обозначенные по плотности, действуют на балансированную цветную фотобумагу, как нейтрально-серый светофильтр.

При 20-штучном комплекте каждый светофильтр отличается от последующего по плотности на 5%. Такой комплект имеет следующий ряд: 5, 10, 15, 20% и т. д. до 100% — обозначенного цифрой 99.

В 11-штучном комплекте набор светофильтров имеет следующий ряд: 10, 20, 30% и т. д., причем один из светофильтров имеет плотность 5%. Этот 5%-ный светофильтр предназначен для создания промежуточных плотностей.

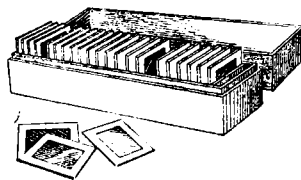


Рис. 92  
Корректирующие светофильтры  
для печатания цветных изображений

Если, например, необходим светофильтр с плотностью 15%, то пользуются двумя светофильтрами: 5% + 10%.

Корректирующие светофильтры изготовляют разных размеров, в зависимости от устройств, в которые помещают светофильтры во время печатания изображения. Под действием света светофильтры постепенно выцветают, поэтому освещать их следует лишь во время печатания изображения.

При изготовлении цветного позитива его оценивают по изображению серой детали объекта съемки, так как правильное воспроизведение серого цвета обычно сопутствует правдоподобному цветовоспроизведению всего объекта съемки.

Для того чтобы уяснить, как происходит исправление нарушений баланса негатива по плотности цветodelенных изображений, рассмотрим несколько случаев цветокорректирования во время печатания позитива с негатива.

Цветodelенное негативное изображение, созданное желтым красителем, оказалось с л а б е е двух других изображений (рис. 93, а). Такое нарушение баланса в негативе

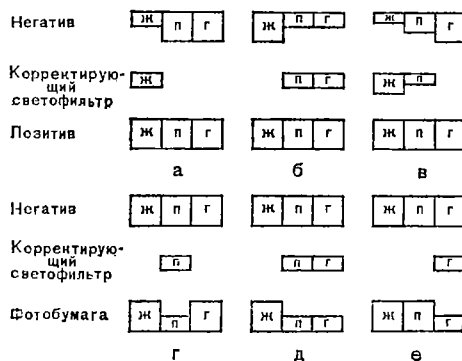


Рис. 93  
Схемы балансирования цветного изображения при его печатании

происходит от недостаточного экспонирования синечувствительного слоя в негативном фотоматериале. Причина заключается в том, что этот слой по чувствительности был ниже двух других слоев, так как съемка происходила при лампах накаливания на фотоматериале, балансируемом к дневному освещению. Для балансирования негатива во время его печатания следует установить такой желтый светофильтр, который наращивал бы плотность изображения из желтого

красителя и уравнивал бы его с плотностями изображений из пурпурного и голубого красителей. Таким образом, все три цветоделенных изображения оказались бы балансированными и при печатании на фотобумагу обеспечили бы получение правдоподобного по цвету позитива.

Цветоделенное изображение, созданное желтым красителем, оказалось плотнее двух других изображений (рис. 93, б). Такое нарушение баланса происходит от избыточного экспонирования синечувствительного слоя негативного фотоматериала. Причина заключается в том, что этот слой стал выше по светочувствительности двух других слоев, так как съемка происходила при дневном освещении на фотоматериале, балансированном к свету ламп накаливания. Для балансирования негатива печатание нужно вести через пурпурный и голубой светофильтры, которые повышают плотность цветоделенных изображений из пурпурного и голубого красителей и уравнивают их с плотностью изображения из желтого красителя.

Если в негативе все цветоделенные изображения получились разной плотностью (рис. 93, в), то такое нарушение баланса происходит потому, что светочувствительные слои были различной чувствительности: например, наименьшая — у синечувствительного, наивысшая — у красночувствительного. Позитив, отпечатанный с этого негатива, будет иметь большие цветоискажения. Нарушения баланса можно устранить с помощью желтого и пурпурного светофильтров, причем желтый светофильтр должен быть плотнее пурпурного светофильтра, чтобы уравнивать цветоделенные изображения.

Негатив может иметь нарушения баланса и по другим причинам. Во всех случаях эти нарушения устраняются во время печатания изображения корректирующими светофильтрами, повышающими плотность цветоделенных изображений.

Цветная фотобумага часто имеет нарушенный баланс по чувствительности слоев при ее изготовлении или из-за применения во время печатания лампы со спектральным составом, не отвечающим свойствам фотобумаги. В этих случаях нарушения баланса устраняются также корректирующими светофильтрами.

Рассмотрим несколько примеров.

Балансированный негатив печатается на фотобумагу, у которой зеленочувствительный слой имеет пониженную чувствительность (рис. 93, г). Чтобы балансировать негатив

с фотобумагой, ее нужно экспонировать через такой пурпурный светофильтр, который повысит плотность цветоделенного изображения из пурпурного красителя в негативе до той степени, которая компенсирует пониженную чувствительность зеленочувствительного слоя фотобумаги.

Если балансированный негатив печатается на фотобумагу с повышенной чувствительностью синечувствительного слоя (рис. 93, д), то следует воспользоваться такими светофильтрами, которые снизили бы пониженную чувствительность синечувствительного слоя фотобумаги.

Если негатив печатают на фотобумагу с пониженной чувствительностью красочувствительного слоя, то в этом случае необходим корректирующий голубой светофильтр (рис. 93, е).

Возможны и другие варианты нарушения баланса негатива и фотобумаги. Все эти нарушения устраняются корректирующими светофильтрами одного цвета или двух разных цветов и никогда — светофильтрами трех разных цветов. Объясняется это тем, что при балансировании негатива с фотобумагой необходимо к наиболее плотному цветоделенному изображению подогнать отстающие изображения. Печатание негатива с тремя разными по цвету корректирующими светофильтрами приводит лишь к увеличению его плотности с прежним нарушением баланса изображения.

Если для печатания цветных негативов применяют фотобумагу разных партий с разными по балансу светочувствительности, необходимо подогнать фотобумагу под один тип. Для этого к каждой партии фотобумаги подбирают компенсационный (балансный) светофильтр, печатая с черно-белого негатива на образец цветной фотобумаги. Печатание ведут с разными светофильтрами до тех пор, пока на цветной фотобумаге не получится черно-белое позитивное изображение. Светофильтр или два разных по цвету светофильтра, позволившие получить черно-белый по тону позитив, и будут являться компенсационными (балансными) светофильтрами. Разумеется, что при подборе компенсационных светофильтров спектральный состав света лампы и режим обработки фотобумаги должны быть строго одинаковыми.

Помещая компенсационный светофильтр на пути света, балансируют фотобумагу по светочувствительности слоев.

Печатая на фотобумаге с компенсационным светофильтром, корректирующие светофильтры подбирают лишь для

балансирования цветоделенных изображений в негативе. Подобранные корректирующие светофильтры будут пригодны для печатания этого негатива на всех фотобумагах. В этом случае при переходе от одной партии фотобумаги к другой необходимо только заменять компенсационный светофильтр.

Подбирать корректирующие светофильтры к негативу можно различными способами. Например, в больших фотолабораториях применяют специальные приборы, оценивающие баланс цветоделенных изображений в негативе и указывающие, какие корректирующие светофильтры необходимы для печатания изображения.

Существуют копировальные аппараты и фотоувеличители, оборудованные устройством, автоматически устанавливающим цветовой баланс и экспозицию во время печатания изображения. Этим устройством голубой, пурпурный и желтый светофильтры вводятся в световой поток печатающей лампы до тех пор, пока три независимых фотоумножителя, чувствительные к красному, зеленому и синему цветам и отрегулированные на соответствующий тип фотобумаги, не обеспечат баланса для печатания цветного изображения.

Наибольшее применение находит способ подбора корректирующих светофильтров по ц в е т о п р о б а м, сделанным с негатива. По этому способу с цветного негатива делают ряд проб, печатая на фотобумагу сюжетно важную часть изображения с разными корректирующими светофильтрами.

На цветовоспроизведение в позитиве влияет величина выдержки при печатании негатива. Только правильная выдержка обеспечивает получение полноценного цветного изображения. При недостаточной выдержке изображение будет передавать цвета малонасыщенными, разбеленными. При избыточной выдержке изображение оказывается чрезмерно плотным, без тонких переходов от светов к теням и с искажением цвета.

Поэтому до подбора корректирующих светофильтров для балансирования цветного изображения необходимо установить точную выдержку, с которой следует печатать изображение.

Продолжительность выдержки удобно определять изготовлением ступенчатой пробы, подобной той, которую делают при печатании черно-белого изображения (стр. 250). Ступенчатую пробу печатают с цветного негатива без

применения корректирующих светофильтров, фотобумагу обрабатывают, соблюдая режим всего процесса.

Ступенчатую пробу рассматривают в подсушенном виде при дневном освещении или при лампах дневного света, так как мокрая проба, рассматриваемая в свете ламп накаливания, не позволяет правильно оценить цветовоспроизведение в позитиве.

Если выбранное по плотности поле в пробе оказалось по цветопередаче неправильным, делают цветопробу с корректирующими светофильтрами, руководствуясь табл. 23.

Т а б л и ц а 23

Цвет, мешающий в позитиве	Цвет корректирующего светофильтра
Желтый	Желтый
Пурпурный	Пурпурный
Голубой	Голубой
Синий	Пурпурный + голубой
Зеленый	Желтый + голубой
Красный	Желтый + пурпурный
Фиолетовый	Пурпурный + голубой
Оранжевый	Желтый + пурпурный

**П р и м е ч а н и е.** Плотность корректирующего светофильтра должна быть тем выше, чем больше нужно ослабить этот цвет в позитиве.

Цветопробы делают до тех пор, пока не будет получено оптимальное позитивное изображение. Каждую из последующих цветопроб печатают с такими светофильтрами, которые устраняют цветоискажение в позитиве. Чтобы не забыть условий печатания (комбинацию корректирующих светофильтров и выдержку), их записывают простым карандашом на оборотной стороне каждого отпечатка до его проявления.

Продолжительность выдержки, установленную по первоначальной ступенчатой пробе, увеличивают с применением корректирующих светофильтров тем больше, чем плотнее окраска светофильтра.

Существенный недостаток этого способа — в большой затрате времени и фотоматериалов, но пока он дает наилучшие результаты.

Если необходимо изготовить позитивы с цветных негативов, идентичных по свойствам фотоматериала и обработке и которые раньше печатались на фотобумаге с балансным светофильтром, то в этом случае первую цветопробу делают с корректирующими светофильтрами, которыми пользовались в предыдущей работе. После фотографической обработки цветопробу рассматривают и при необходимости вновь корректируют, руководствуясь табл. 24.

Т а б л и ц а 24

Цвет, мешающий в позитиве	Цвет корректирующего светофильтра, использованного при первой печати негатива
Желтый Пурпурный Голубой Синий Зеленый Красный Фиолетовый Оранжевый	Пурпурный + голубой Желтый + голубой Желтый + пурпурный Желтый Пурпурный Голубой Желтый + голубой Голубой + пурпурный

**П р и м е ч а н и е.** Плотность корректирующего светофильтра должна быть тем меньше, чем больше нужно ослабить избыточный цвет в позитиве.

Для упрощения цветокорректировки и приобретения навыка целесообразно делать цветопробы в определенной последовательности, например по табл. 25.

Эти три группы светофильтров используют лишь в том случае, если печатают на неизвестную по свойствам фотобумагу с неизвестных по балансу негативов. Обычно одна из групп светофильтров дает относительно правильную цветокорректировку. Поэтому, снижая постепенно разрыв между плотностями корректирующих светофильтров разных цветов, можно добиться хорошего изображения на одном из позитивов, отпечатанных в определенной последовательности при смене светофильтров, составляя таблицы, по которым в дальнейшем легче корректировать другие изображения.

В целях облегчения пользования корректирующими светофильтрами принята одна и та же система расположения

Группа № 1		Группа № 2		Группа № 3	
Плотность корректирующего светофильтра, %		Плотность корректирующего светофильтра, %		Плотность корректирующего светофильтра, %	
желтого	пурпурного	желтого	голубого	пурпурного	голубого
00	00	00	00	00	00
25	00	25	00	25	00
50	00	50	00	50	00
75	00	75	00	75	00
99	00	99	00	99	00
00	25	00	25	00	25
00	50	00	50	00	50
00	75	00	75	00	75
00	99	00	99	00	99
25	25	25	25	25	25
25	50	25	50	25	50
25	75	25	75	25	75
25	99	25	99	25	99
50	25	50	25	50	25
50	50	50	50	50	50
50	75	50	75	50	75
50	99	50	99	50	99
75	25	75	25	75	25
75	50	75	50	75	50
75	75	75	75	75	75
75	99	75	99	75	99
99	25	99	25	99	25
99	50	99	50	99	50
99	75	99	75	99	75
99	99	99	99	99	99

и записи этих светофильтров: желтый, пурпурный и голубой. Если в записи по корректровке негатива указаны цифры: 30 15 00, то это значит, что при печатании пользовались 30%-ным желтым и 15%-ным пурпурным светофильтрами. Если же запись имеет такой вид: 00 55 20, то это значит, что негатив печатался с 55%-ным пурпурным и 20%-ным голубым светофильтрами.

Корректирующие светофильтры, подобранные для одного масштаба изображения, часто могут оказаться неправильными для другого размера. Поэтому цветокоррекцию и выдержку следует каждый раз уточнять, если меняют масштаб изображения при проекционном печатании. Выдержку увеличивают по табл. 26.

Кратность увеличения	1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент, на который нужно увеличить исходную выдержку	1	2,5	4,2	6	9	11	13	16

Например, позитив увеличивают в пять раз, что соответствует коэффициенту 9. Исходная выдержка была 4 сек, следовательно, для печатания позитива нужно  $4 \times 9 = 36$  сек.

Вместо обычных корректирующих светофильтров часто применяют объектив «Янтар-кolor» (рис. 94), имеющий встроенный комплект корректирующих светофильтров. Эти светопрозрачные светофильтры, изготовленные из окрашенного в массе стекла, позволяют регулировать плотность желтого цвета от 0 до 240%, пурпурного и голубого цвета — от 0 до 140%. Регулирование осуществляется введением светофильтров в световой поток фотоувеличителя. Для этого имеется специальное устройство, расположенное между линзами объектива. Оно снабжено рукоятками, на которые нанесены цветные шкалы, указывающие степень фильтрации печатающего света. Объектив имеет фокусное расстояние 80 мм, что обеспечивает увеличение негатива размером  $6 \times 6$  см и менее. Объектив можно использовать и для печатания черно-белых изображений. Для чего он имеет две диафрагмы: постоянную — нерегулируемую (1 : 5,5), применяемую с корректирующими светофильтрами, и обычную — регулируемую — для печатания без светофильтров. Этот объектив приспособлен для установки во многие фотоувеличители. Если посадочная резьба фотоувеличителя не соответствует резьбе объектива, применяют переходное кольцо.



Рис. 94  
Схема объектива «Янтар-кolor»: 1 — желтый корректирующий светофильтр, 2 — пурпурный корректирующий светофильтр, 3 — голубой корректирующий светофильтр

Помимо субтрактивного способа цветокорректирования можно использовать аддитивный способ, при котором используются тремя зональными светофильтрами: синим, зеленым и красным. Каждый из этих светофильтров должен пропу-

скать только одну треть видимого спектра и поглощать две остальные. При печатании негатива с тремя зональными светофильтрами каждый светочувствительный слой фотобумаги экспонируется раздельно: верхний слой — светом, прошедшим через синий светофильтр, средний слой — светом, прошедшим через зеленый светофильтр, и нижний слой — светом, прошедшим через красный светофильтр. В результате такого печатания фотобумага будет содержать три цветоделенных изображения: желтое, пурпурное и голубое.

Аддитивное корректирование основано на регулировании экспозиции при печатании цветоделенных изображений с зональными светофильтрами. Чтобы подобрать экспозиции с цветного негатива раздельно с каждым из светофильтров, делают пробные позитивы с несколькими разными выдержками. Из этих проб выбирают лучшие, т. е. имеющие хорошую проработку всех деталей объекта. Затем с негатива печатают совмещенный цветной позитив последовательно с каждым из светофильтров с выдержками, установленными по пробным цветоделенным позитивам. После фотографической обработки цветной позитив, если нужно, еще раз корректируют, руководствуясь тем, что мешающий цвет в позитиве устраняют печатанием с увеличенной выдержкой со светофильтром того же цвета или с уменьшенной выдержкой со светофильтром того цвета, которого недостаточно в позитиве. Например, в нормальном по плотности позитиве преобладает зеленый цвет. Для исправления негатив вновь печатают, увеличивают выдержку с зеленым светофильтром и соответственно уменьшают выдержку с синим и красным светофильтрами.

При аддитивном способе печатания качество цветного позитива получается очень высоким. Объясняется это тем, что зональные светофильтры благодаря узким зонам пропускания света обеспечивают экспонирование только одного из светочувствительных слоев позитивного фотоматериала. К достоинствам аддитивного способа следует отнести и возможность пользования всего тремя светопрочными светофильтрами. Недостаток этого способа заключается в сложности раздельного печатания и совмещения изображения при трехразовом экспонировании со сменой светофильтров.

Если нарушен баланс контрастности цветоделенных изображений в негативе или в светочувстви-

тельных слоях цветного позитивного фотоматериала, то балансировать позитивное изображение не удастся.

При печатании негативов с нарушенным балансом контрастности можно добиться правдоподобного изображения лишь для части изображения, например для сюжетно важной детали; в тенях или светах детали объекта могут оказаться окрашенными в разные цвета. Цветоискажения в позитиве тем значительнее, чем больше интервал яркости объекта фотографической широты негативного материала. Причем на степень цветоискажения влияет и баланс светочувствительных слоев по фотографической широте.

Техника печатания черно-белых и цветных изображений на позитивных фотопленках, диапозитивных фотопластинках и других подобных фотоматериалах аналогична технике печатания на фотобумаге.

**Т р а н с ф о р м и р о в а н и е   п р и   п е ч а т а н и и** — устранение перспективных искажений в изображении.

Высокие здания и другие подобные объекты часто на снимке кажутся перспективно искаженными. Такое впечатление возникает потому, что разные детали объекта воспроизведены в разных масштабах, т. е. верхняя часть здания изображена в меньшем масштабе, чем его нижняя часть. Это впечатление будет тем сильнее, чем выше расположен объект съемки и чем ниже точка съемки, так как при ракурсной съемке снизу на изображении образуются линейные сходы вертикалей. Объект, сфотографированный сверху, тоже будет казаться искаженным. Чтобы эти искажения устранить на изображении во время его печатания, негатив и экран фотоувеличителя должны быть наклонены в противоположные стороны. Наклон каждого из них строго согласовывается друг с другом; также должны быть согласованы и фокусные расстояния объективов, использованных при съемке и при проекционном печатании.

Практически выполнить эти требования очень сложно. Обычно ограничиваются тем, что экран фотоувеличителя с фотобумагой помещают под углом, который позволяет получить изображение, кажущееся правильным. Для этого пользуются экранами различной конструкции (рис. 95).

При наклонном положении фотобумаги расстояние от объектива фотоувеличителя до верхней части изображения окажется меньшим, чем расстояние до нижней части изображения, и, следовательно, верх и низ изображения будут в этом случае печататься в различных масштабах: верхняя

часть крупнее, чем нижняя. Этим компенсируется разномасштабность отдельных частей негативного изображения.

Первоначально негативное изображение проецируют на горизонтально лежащий экран, затем, наклоняя его, добиваются устранения искажения в изображении. Чтобы изображение, печатаемое в различных масштабах, получилось одинаково резким по всей плоскости, объектив фотоувеличителя наводят на резкость по центральной части изображения, а затем диафрагмируют объектив тем больше, чем

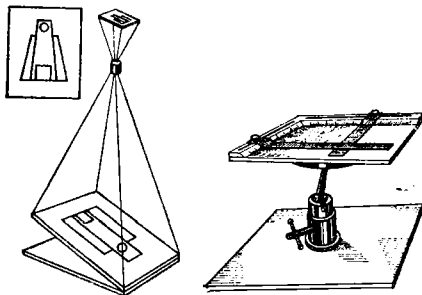


Рис. 93  
Экраны для трансформирования изображения  
во время печатания

сильнее наклонен экран. Ближе расположенные к центру изображения, при печатании экспонируют короче, чем все остальное изображение.

Иногда трансформирование применяют для получения сатирических изображений, преднамеренно искажая негатив во время его печатания. Для этого фотобумагу под фотоувеличителем выгибают в какую-либо из сторон, что позволяет растягивать и удлинять изображение. В этом случае также диафрагмируют объектив, чтобы получить необходимый по резкости позитив.

## ТЕХНИКА ОБРАБОТКИ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

Фотобумагу обрабатывают в горизонтальных ванночках или в вертикальных бачках различной конструкции.

Ванночки для проявляющих растворов желательно иметь несколько больших размеров, чем формат фотобумаги. Для фиксирующих, отбеливающих и других растворов, а

также для воды ванночки должны быть в два-три раза больше формата фотобумаги. Чем выше борта у ванночки, тем она удобнее для работы. Каждая ванночка должна быть предназначена для какого-либо одного раствора, что особенно важно при обработке цветной фотобумаги.

Располагают ванночки на столе по ходу ведения процесса. Количество раствора в каждой ванночке должно быть достаточным для свободного покрытия листа фотобумаги. Чем больше раствора, тем стабильнее режим обработки. В целях поддержания постоянства температуры раствора ванночки целесообразно поместить в сосуды с водой, температура которой соответствует рекомендации для раствора. Температуру воды в сосудах следует контролировать и, если нужно, добавлять холодную или теплую воду.

Погружать фотобумагу в растворы, особенно в проявляющий, нужно достаточно быстро плавным толчком вдоль ванночки так, чтобы фотобумага мгновенно оказывалась на дне ванночки.

Опущенная в проявляющий раствор фотобумага вначале сворачивается в сторону светочувствительного слоя, поэтому ее поддерживают за края пинцетами. Пинцет во время работы перемещают по листу фотобумаги, чтобы на участках прижима не оказалось белых пятен.

При быстром погружении в раствор на поверхности фотобумаги могут появиться мелкие пузырьки воздуха, которые мешают нормальному проявлению. Эти пузырьки легко смываются, если ванночку с раствором энергично покачать или немедленно после погружения перевернуть фотобумагу эмульсионным слоем вниз.

В одной ванночке можно одновременно обрабатывать несколько листов фотобумаги. В этом случае листы погружают в проявляющий раствор один за другим, каждый последующий — под предыдущий отпечаток. Ванночку при этом следует энергично покачивать. Нельзя допускать, чтобы листы фотобумаги в растворе плотно прилегали друг к другу. По окончании обработки листы вынимают из ванночки в той же последовательности, в какой они погружались в раствор, т. е. опущенные в раствор первыми, первыми из него и вынимаются.

Переворачивая в ванночке фотобумагу или перенося ее из одного раствора в другой, нужно следить за тем, чтобы фотобумага не переламывалась, так как при переломах на изображении возникают полосы и даже отслаивание эмульсионного слоя от подложки.

Изображение на фотобумаге появляется через несколько секунд после погружения в раствор. Сначала проявляются темные детали изображения, а затем и более светлые. Почернение деталей идет быстро и достигает через определенный отрезок времени полной силы. Фотобумагу не следует вынимать из раствора в начале проявления, так как при этом возможно образование вуали. Позитивы можно рассматривать под фонарем лишь в конце проявления, при этом нужно учитывать, что изображение при цветном освещении будет казаться много плотнее и контрастнее, чем при белом освещении.

Если часть изображения проявляется более энергично, чем следует, то проявление можно затормозить промывкой водой энергично проявляющегося участка фотобумаги. Наоборот, если какая-либо часть изображения проявляется медленнее, чем нужно, то эту часть фотобумаги обрабатывают тампоном, смоченным в концентрированном растворе проявителя. При работе тампоном его нужно смочить и затем слегка отжать, чтобы излишек проявителя не растеклся по всей поверхности фотобумаги.

Частичное исправление изображения возможно лишь для такой фотобумаги, продолжительность проявления которой не менее 2,5—3 мин. Однако и в этом случае исправление погрешностей в изображении методом затормаживания или допроявления отдельных участков фотобумаги крайне ограничены. Сильно переэкспонированные или недоэкспонированные детали изображения не могут быть исправлены дополнительной обработкой отдельных участков фотобумаги. Обычно такая обработка приводит к изменению тона черно-белого изображения на фотобумаге. При недостаточной экспозиции и длительном проявлении фотобумаги чаще всего получают желтовато-серые изображения, при избыточной экспозиции и коротком проявлении — вялые и зеленоватые.

Большое количество позитивов, одинаковых по плотности и контрастности, можно сделать так: первый (пробный) позитив, отвечающий всем требованиям, после проявления обрабатывают в останавливающем растворе (без фиксирования). Этот позитив, помещенный рядом с ванночкой с проявителем, служит эталоном для сравнения при изготовлении последующих позитивов. Во время проявления всех последующих позитивов их сравнивают с контрольным и добиваются стандартных изображений продолжительностью проявления фотобумаги. Наилучшие резуль-

таты будут в том случае, если все позитивы обрабатывают в одном и том же растворе.

Еще более стабильные результаты получают при обработке фотобумаги в бачках. Конструкций бачков и рамок для обработки фотобумаги существует очень много. В одних из них листы фотобумаги укладывают в рамки из пластмассы, а затем всю рамку погружают поочередно в растворы, предусмотренные процессом обработки. В других бачках применяют рамки из пластмассовых пластин, имеющих по углам ножки высотой 4—5 мм. В этом случае лист фотобумаги светочувствительным слоем наружу укладывают на гладкую поверхность пластины, затем ставят на него следующую пластину так, чтобы ножки ее по углам прижимали фотобумагу. На эту пластину укладывают следующий лист фотобумаги и так продолжают до тех пор, пока все листы не окажутся уложенными в один общий пакет или не будут израсходованы все пластмассовые пластины. Пакет пластин с фотобумагой скрепляют резиновым кольцом или какими-нибудь планками и поочередно погружают в нужные растворы. В процессе обработки фотобумаги в бачках рамки и пакеты следует покачивать, чтобы происходило перемешивание растворов.

Бачки удобны и для цветных фотобумаг, обработка которых требует много времени, а каждая операция должна происходить при строго одинаковых условиях. Бачки хорошо сохраняют температуру раствора, в них легко осуществить душевую водную промывку, совершенно необходимую для цветной фотобумаги.

Фотобумагу большого размера, которая не умещается в ванночке, можно обрабатывать с помощью губки или ватного тампона. Для этого экспонированный лист фотобумаги накладывают на какую-либо гладкую поверхность, например лист пластмассы или фанеры, по размеру равную или большую, чем фотобумага. Затем лист фотобумаги обильно смачивают чистой водой, имеющей температуру 18—20°. После чего губкой или ватным тампоном, хорошо пропитанным разбавленным проявляющим раствором, осторожно протирают светочувствительный слой до тех пор, пока не будет получено полноценное изображение. Прикосновение к светочувствительному слою должно быть легким и равномерным, чтобы не повредить его. Промывка, фиксирование и прочие операции ведут на той же поверхности, но другими губками или ватными тампонами.

После процесса проявления позитивный материал содержит значительное количество веществ проявляющего раствора. Эти вещества портят фиксирующий раствор и часто являются причиной появления разных вуалей, пятен и полос на фотоматериале.

Короткое промывание водой позитивного фотоматериала или его ополаскивание в воде не могут удалить веществ проявителя из светочувствительного слоя и особенно из подложки фотобумаги. Вещества вымываются трудно и требуют продолжительной промывки фотоматериала в воде. Во время длительной промывки в его начальной стадии происходит допроявление изображения. Этот процесс для одних позитивов целесообразен, так как способствует лучшей проработке слабо экспонированных деталей изображения, а для других позитивов он действует отрицательно, загрязняя изображение. Процесс допроявления трудно поддается регулированию, вследствие чего нарушается стандартность обработки фотоматериала и позитивы получаются разными по характеру изображения. Поэтому при обработке черно-белых и цветных позитивных фотоматериалов целесообразно применять прерывающие растворы, немедленно прекращающие действие проявителя. Прерывающий раствор предохраняет фиксирующий раствор от загрязнения; позитивный фотоматериал — от появления вуалей, пятен и полос, изображение — от допроявления.

На качество позитива и его сохранность влияют процессы, следующие за проявлением изображения. Особенно это относится к фиксированию, так как обнаружить полноту фиксирования фотобумаги без специального химического анализа невозможно. Поэтому часто применяют двухваннный способ фиксирования, который не только обеспечивает лучшее фиксирование фотоматериала, но и дает существенную экономию химикатов. Осуществляется такое фиксирование различными методами. Например, можно разместить две ванночки друг над другом. Удобно, если верхняя ванночка имеет кран, через который можно слить раствор в нижнюю ванночку. Первоначально позитивный фотоматериал обрабатывают в течение 3—5 мин в нижней ванночке, а затем фотоматериал вынимают из этой ванночки, дают стечь с него раствору и погружают на 3—5 мин во вторую ванночку. Во время всей обработки фотоматериал из нижней ванночки перекадывают в верхнюю. После того как в 1 л фиксирующего раствора второй ванночки будет обработано 50—70 позитивов размером 9×12 см,

его переливают в нижнюю ванночку, а в верхнюю заливают свежий раствор. Отработанный фиксирующий раствор из нижней ванночки сливают в сборник, где осаждают металлургическое серебро.

Двухрастворная обработка позитивного фотоматериала целесообразна и для других операций, например для промывки водой, отбеливания цветного фотоматериала.

Чем толще подложка фотобумаги, тем продолжительнее должна быть окончательная промывка водой: если фотобумагу на тонкой подложке достаточно промыть в проточной воде в течение 30 *мин*, то фотобумагу на картонной подложке нужно промывать не менее 60 *мин*.

Двухрастворную обработку позитивного фотоматериала можно осуществить и в бачках, разместив их в нужном порядке на лабораторном столе.

В больших фотолабораториях обработку фотобумаги производят в специальных машинах, в которых не только проявляется изображение, но и происходят все остальные операции, вплоть до высушивания позитивов. Температура растворов и их состав поддерживаются в машине регулирующими приборами, которые устанавливают нужную температуру воды для промывки и температуру воздуха для сушки фотобумаги. Есть машины с печатающим устройством и с автоматическим определением режима экспонирования изображения на фотобумагу. Конструкции этих машин и их производительность весьма различны. Одни из них рассчитаны на обработку рулонной фотобумаги, другие — на листовую фотобумагу.

## **РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ**

### **Проявляющие растворы**

Цветовой тон в черно-белом позитиве зависит от природы галогенида серебра светочувствительного слоя, состава проявляющего раствора и условий обработки. Тон изображения трудно поддается регулированию, так как он может меняться по очень многим причинам, которые не всегда можно учесть. Так, позитив будет иметь холодный тон, если изображение получено на крупнозернистом фотоматериале, например на бромосеребряной фотобумаге.

По мере истощения проявляющего раствора из-за накопления в нем бромидов изображение вместо чисто-черного

тона будет получаться светло-серым и серовато-зеленым. С разбавлением проявляющего раствора водой изменяется и тон изображения — он приобретает тем более теплый оттенок, чем сильнее разбавлен проявитель, особенно при обработке хлоробромосеребряных фотоматериалов. Сказывается на цветовом тоне изображения и концентрация щелочи в проявляющем растворе: чем больше щелочи и меньше бромидов в растворе, тем чернее будет тон изображения на бромосеребряной фотобумаге; чем меньше щелочи и больше бромидов в растворе, тем теплее будет тон изображения на хлоробромосеребряных и хлоросеребряных фотобумагах. Существуют и другие причины, оказывающие влияние на цветовой тон черно-белого позитива.

Таким образом, при изготовлении черно-белых позитивов целесообразно заранее изучить свойства используемого фотоматериала, подобрать такие условия обработки, которые обеспечивали бы получение наилучших изображений. Эти условия можно выбрать по экспонোগраммам, отпечатанным с одного образцового негатива и обработанным при разных режимах проявления.

Количество фотобумаги, которое можно обработать в 1 л раствора, зависит от его состава, свойств фотобумаги и условий ее обработки.

По характеру действия проявляющие растворы для обработки черно-белых позитивных фотоматериалов можно условно разделить на мягкие, нормальные и контрастные.

Мя г к и е п р о я в и т е л и представляют собой малоконцентрированные растворы. Они рассчитаны на обработку изображений, отпечатанных с контрастных негативов. Однако выравнивающие свойства этих проявителей препятствуют получению почернений такой плотности, которые необходимы для нормального воспроизведения темных деталей в позитиве. Обычно для контрастных негативов проще подобрать соответствующую фотобумагу и обработать ее в нормальном проявителе. Мягкими проявителями пользуются лишь в тех случаях, когда хотят получить изображение в светлой тональности, например портрет.

Н о р м а л ь н ы е п р о я в и т е л и — это растворы, рассчитанные на обработку позитивного фотоматериала в течение 1,5—3 мин. Эти проявители в качестве ускоряющего вещества обычно имеют углекислую щелочь (соду или поташ), обеспечивающую такую активность проявителя, при которой за короткое время обработки на позитивном фотоматериале образуется максимальное почернение. Поло-

жительным свойством нормальных проявителей является длительная стабильность их действия.

Контрастные проявители относятся к ра-  
створам, имеющим повышенную концентрацию веществ и  
почти всегда с увеличенным количеством противобулиру-  
ющего вещества (бромистый калий, бензотриазол и др.).  
Кроме того, контрастные проявители содержат много гид-  
рохинона; они предназначены для обработки изображений  
чертежей, схем, текста.

Существуют проявляющие растворы специа-  
льн о г о назначения, например для обработки тонирующихся  
и самотонирующихся фотобумаг, диапозитивных фото-  
пластинок, позитивных киноплёнок и других позитивных  
фотоматериалов.

Из многочисленных рецептов проявляющих растворов  
приводим наиболее распространенные или рекомендован-  
ные для обработки определенных позитивных фотомате-  
риалов.

#### Амидоловый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	20 г
Метабисульфит калия . . . . .	10 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Амидол . . . . .	5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован очень многими фирмами для обработки  
фотобумаги. Относится к одноразовым проявителям и со-  
храняется плохо. Обработанное изображение будет иметь  
глубоко-черный или синевато-черный тон. При увеличении  
бромистого калия в растворе можно получить изображение  
с оливково-коричневым тоном. Окраска изображения в  
значительной степени зависит от свойств фотобумаги и ее  
обработки.

Свойства амидолового проявителя сильно зависят от  
щелочности раствора. Поэтому особо высокие требования  
предъявляют сульфиту натрия, щелочность которого бывает  
весьма различна, вследствие чего раствор готовят так:  
в 700 мл воды растворяют сульфит натрия и добавляют  
несколько капель 10%-ного спиртового раствора фенолфта-  
леина в качестве индикатора. Затем в раствор с сульфитом  
натрия вливают 100 мл 10%-ного раствора метабисульфита  
калия (последние порции этого раствора добавляют по кап-  
лям до момента исчезновения розовой окраски — признака

нейтрализации сульфита натрия), после чего в раствор вводят бромистый калий, амидол и доливают водой до объема 1 л. Продолжительность проявления — 1—2 мин при температуре раствора 20°.

#### Гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	75 г
Гидрохинон . . . . .	20 г
Поташ . . . . .	100 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован отечественными заводами для обработки фотобумаг «Контабром», «Бромпортрет» и подобных им, на которых можно получить изображения разных оттенков коричневого цвета. Характер окраски зависит от величины экспозиции при печатании изображения и степени разбавления проявляющего раствора.

В проявляющем растворе без его разбавления изображение будет черно-коричневым; при разбавлении раствора 1 : 6 и увеличении экспозиции в три раза изображение станет темно-коричневым; при разбавлении раствора 1 : 12 и увеличении экспозиции в четыре раза изображение будет светло-коричневым; при разбавлении раствора 1 : 15 и увеличении экспозиции в шесть раз изображение получится красно-коричневым. Температура раствора должна быть тем выше, чем больше степень разбавления (25—30°).

#### Глицин-гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	60 г
Глицин . . . . .	7 г
Гидрохинон . . . . .	7 г
Сода кальцинированная . . . . .	75 г
Бромистый калий . . . . .	0,7 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки фотобумаг, на которых можно получать изображения разного оттенка. Цветовые оттенки на изображении зависят от свойств фотобумаги, экспозиции при печатании, степени разбавления раствора и количества введенного бромистого калия.

Ориентировочно изображение будет иметь следующие цветовые оттенки (табл. 27):

Цветовой тон изображения	Относительная экспозиция	Степень разбавления	Количество 10%-ного бромистого калия, мл	Продолжительность проявления, мин
Черный	1	—	—	1,5
Тепло-черный	1,5—2,5	1:2	20	3—6
От тепло-черного до коричневого	2—4	1:4	40	5—15
От коричневого до красно-коричневого	4—8	1:8	80	12—15

**Метол-гидрохиноновый проявитель**

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	1 г
Сульфит натрия безводный	22 г
Гидрохинон	4 г
Сода кальцинированная	22 г
Бромистый калий	1 г
Вода	до 1 л

Рекомендован «Форте» для обработки разных фотобумаг. Продолжительность проявления — 1,5—2 мин при температуре раствора 20°.

**Метол-гидрохиноновый проявитель**

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	1,7 г
Сульфит натрия безводный	35 г
Гидрохинон	6 г
Сода кальцинированная	40 г
Бромистый калий	1 г
Вода	до 1 л

Рекомендован «Фефота» для обработки разных фотобумаг. Продолжительность проявления — 1—3 мин при температуре 20°.

**Метол-гидрохиноновый проявитель**

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	0,6 г
Сульфит натрия безводный	25 г
Гидрохинон	2 г
Сода кальцинированная	15 г
Бромистый калий	1,5 г
Вода	до 1 л

Рекомендован отечественными заводами для позитивных киноплёнок. Продолжительность проявления киноплёнки — 3—4 мин при температуре 20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	0,8 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	40 г
Гидрохинон . . . . .	8 г
Поташ . . . . .	50 г
Бромистый калий . . . . .	5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Контрастнодействующий проявитель рекомендован фирмой «ОРВО» для позитивных фотоплёнок. Продолжительность проявления — от 4 до 5 мин при температуре 20° С.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	0,3 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	38 г
Гидрохинон . . . . .	6 г
Сода кальцинированная . . . . .	19 г
Бромистый калий . . . . .	0,9 г
Лимонная кислота . . . . .	0,7
Метабисульфит калия . . . . .	1,4 г
Вода . . . . .	до 1 л

Мягкорботающий выравнивающий проявитель рекомендован «К» для позитивных фотоплёнок. Продолжительность проявления — от 5 до 10 мин при температуре 20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	1 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	13 г
Гидрохинон . . . . .	3 г
Сода кальцинированная . . . . .	26 г
Бромистый калий . . . . .	1 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован «Фохар» для обработки фотобумаг разного типа. Продолжительность проявления фотобумаги — 2—2,5 мин при температуре 18—20°.

#### Метол-гидрохиноновый проявитель

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	10 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	45 г

Гидрохинон . . . . .	7 г
Поташ . . . . .	40 г
Сульфат натрия . . . . .	30 г
Бромистый калий . . . . .	12 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки вуалированных фотобумаг. Количество бромистого калия можно снизить до 2 г, если ввести в раствор бензотриазол, содержание которого на 1 л раствора от 0,03 до 0,05 г, в зависимости от степени вуали на фотобумаге. Продолжительность проявления — около 2 мин при температуре 20°. Раствор быстро истощается.

#### Фенидон-гидрохиноновый проявитель

Вода (40—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	15 г
Гидрохинон . . . . .	4 г
Сода кальцинированная . . . . .	20 г
Бензотриазол . . . . .	0,1 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован фабрикой фотобумаги для обработки фотобумаг типа «Унибром». Увеличивая концентрацию бензотриазола в растворе, проявитель легко сделать более контрастным. Продолжительность проявления — 2 мин при температуре раствора 20°.

#### Фенидон-гидрохиноновый проявитель

Вода (40—50°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	16 г
Гидрохинон . . . . .	2,2 г
Сода кальцинированная . . . . .	22 г
Бромистый калий . . . . .	4 г
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,1 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для любых фотобумаг, позитивных фотопленок, диапозитивных фотопластинок. Продолжительность проявления — от 2 до 4 мин при температуре 20°.

#### Гидрохиноновый проявитель концентрированный

##### Раствор А

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метабисульфит калия . . . . .	40 г
Гидрохинон . . . . .	40 г
Бромистый калий . . . . .	8 г
Вода . . . . .	до 1 л

### Р а с т в о р   Б

Едкое кали . . . . .	100 г
Вода холодная . . . . .	до 1 л

Контрастнороботающий проявитель рекомендован фирмой «ОРВО» для фотобумаг. Рабочий раствор приготавливают смешиванием: раствора А—1 часть, раствора Б — 1 часть и воды — 2 части. Продолжительность проявления — от 40 до 50 сек при температуре 20°.

### Метол-гидрохиноновый проявитель (концентрированный)

#### Р а с т в о р   А

Вода (30—45°) . . . . .	500 мл
Метол . . . . .	14 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	70 г
Вода . . . . .	до 1 л

#### Р а с т в о р   Б

Вода (30—45°) . . . . .	500 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 г
Гидрохинон . . . . .	17 г
Вода . . . . .	до 1 л

#### Р а с т в о р   В

Сода кальцинированная . . . . .	60 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован «Фефота» для любых фотобумаг. Проявитель относится к универсальным, так как из запасных растворов можно приготовить рабочий проявитель весьма разных свойств. Запасные растворы сохраняются очень долго. Наиболее часто применяется следующий рабочий раствор: раствора А — 1 часть, раствора Б — 1 часть, раствора В — 1 часть и воды — 3 части; на каждый литр рабочего раствора добавляют от 0,5 до 1 г бромистого калия. Уменьшая количество раствора А в рабочем растворе, получают более контрастный проявитель; уменьшая количество раствора Б, получают более мягкий проявитель. Очень мягкороботающий проявитель состоит из запасных растворов А и В.

Продолжительность проявления — от 1,5 до 3 мин при температуре 20°.

**Фенидон-гидрохиноновый проявитель**  
(концентрированный)

Вода (40—50°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 <i>г</i>
Гидрохинон . . . . .	12 <i>г</i>
Сода кальцинированная . . . . .	60 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	0,25 <i>г</i>
Бензотриазол . . . . .	0,2 <i>г</i>
Фенидон (или метилфенидон) . . . . .	0,5 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Рекомендован для любых фотобумаг. Рабочий раствор готовят разбавлением запасного раствора водой в соотношении 1 : 1. Продолжительность проявления — от 45 до 60 *сек* при температуре 20°.

**Метол-гидрохинон-глициновый проявитель**  
(концентрированный)

Вода (40—50°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Метол . . . . .	2,2 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 <i>г</i>
Гидрохинон . . . . .	11 <i>г</i>
Сода кальцинированная . . . . .	65 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	5,5 <i>г</i>
Глицил . . . . .	11 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Рекомендован «Энско» для обработки любых фотобумаг. Запасной раствор должен быть прозрачным и может иметь небольшую окраску. Рабочий раствор готовят разбавлением водой запасного раствора в соотношении 1 : 1. Продолжительность проявления — от 1,5 до 6 *мин* при температуре раствора 20° (в зависимости от вида фотобумаги и желаемого характера изображения). Чем меньше разбавлен запасной раствор, тем контрастнее будет проявитель, и наоборот — чем больше разбавлен запасной раствор, тем мягче он будет работать.

**Метол-гидрохиноновый проявитель**  
(для двухрастворного проявления)

1-й р а с т в о р

Вода (30—45°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Метол . . . . .	6,5 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	35 <i>г</i>
Гидрохинон . . . . .	2,8 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	2,8 <i>г</i>
Хлористый натрий . . . . .	0,5 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

2-й р а с т в о р

Сода кальцинированная . . . . .	90 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Рекомендован для обработки фотобумаги последовательно в двух растворах. Первоначально фотобумагу погружают в 1-й раствор на 30—40 *сек*, в котором изображение едва появляется. Затем фотобумагу без ополаскивания в воде переносят во 2-й раствор на 30—45 *сек*. Температура растворов должна быть 20°. Продолжительность проявления зависит от свойств фотобумаги, экспозиции при печати изображения с негатива и характера позитива.

#### Проявитель для самовирирующих фотобумаг

##### Раствор А

Вода (30—45°) . . . . .	400 <i>мл</i>
Гидроксиламинсульфат . . . . .	2,4 <i>г</i>
Этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат . . . . .	4,5 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 500 <i>мл</i>

##### Раствор Б

Вода (30—45°) . . . . .	400 <i>мл</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	1 <i>г</i>
Бромистый калий . . . . .	0,5 <i>г</i>
Поташ . . . . .	90 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 500 <i>мл</i>

Раствор А вливают в раствор Б при непрерывном помешивании. Самовирирующие фотобумаги, в зависимости от вида, обозначенного на упаковке, позволяют получить коричневое, зеленое или синее изображение. Продолжительность проявления — около 5 *мин* при температуре 20°.

#### Проявляюще-фиксирующий раствор

Вода (40—50°) . . . . .	500 <i>мл</i>
Метол . . . . .	1,9 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	33 <i>г</i>
Гидрохинон . . . . .	17 <i>г</i>
Едкий натр . . . . .	16 <i>г</i>
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	20 <i>г</i>
Бензотриазол . . . . .	1 <i>г</i>
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	60 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Рекомендован для бромосеребряных бумаг. Продолжительность обработки — около 3 *мин* при температуре 20°.

#### Фиксирующие растворы

##### Кислый фиксаж стандартный

Вода (60—70°) . . . . .	700 <i>мл</i>
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	250 <i>г</i>
Сульфит натрия безводный . . . . .	25 <i>г</i>
Серная кислота (10%-ная) . . . . .	50 <i>мл</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Утвержден ГОСТом 5779—57 для отечественных фотобумаг; пригоден для обработки и других позитивных фотоматериалов.

#### **Кислый фиксаж («Орво-300»)**

Вода (60—70°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 г
Метабисульфит калия . . . . .	20 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован фирмой «ОРВО» для обработки любых фотобумаг и других позитивных фотоматериалов.

#### **Кислый дубящий фиксаж**

Вода (45—50°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	240 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	15 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	17 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	15 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки любых позитивных фотоматериалов.

#### **Растворы, прерывающие проявление**

##### **Уксуснокислый прерыватель**

Уксусная кислота (28%-ная) . . . . .	48 мл
Вода . . . . .	до 1 л

##### **Уксуснокислый прерыватель («Орво-203»)**

Вода . . . . .	700 мл
Сульфат натрия . . . . .	100 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	20 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендованы для обработки любых позитивных фотоматериалов и прекращения действия проявителя в фиксирующем растворе.

#### **Дубящие растворы**

##### **Формалиновый дубитель («Орво-401»)**

Формалин (40%-ный формальдегид) . . . . .	120 мл
Вода . . . . .	до 1 л

##### **Алюмоквасцовый дубитель («Орво-400»)**

Вода . . . . .	700 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	100 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендованы фирмой «ОРВО» для любых позитивных фотоматериалов после обработки их в фиксирующем растворе. Продолжительность дублирования — от 5 до 10 мин.

### Стабилизирующие растворы

#### Тиомочевинный стабилизатор

Вода (30—40°) . . . . .	500 мл
Тиомочевина . . . . .	20 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	10 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для стабилизации изображения на фотобумаге, проявленной и коротко промытой в воде. Продолжительность обработки фотобумаги — около 3 мин при температуре 20°.

Затем фотобумагу ополаскивают и с поверхности ее тщательно удаляют стабилизатор сдуванием или промокающей бумагой и без промывки фотобумагу сушат.

#### Содовый стабилизатор

Вода холодная . . . . .	700 мл
Гексаметафосфат натрия . . . . .	2 г
Сода кальцинированная . . . . .	10 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для обработки фотобумаги с целью лучшей сохранности изображения и ускорения промывки фотоматериала. Фотобумагу после фиксирования обрабатывают в содовом растворе не более 2—3 мин, который нейтрализует оставшуюся кислоту в эмульсионном слое и в подложке, вследствие чего заключительная промывка может быть сокращена на  $\frac{2}{3}$ . Завышение продолжительности обработки в содовом растворе или повышение его концентрации приводит к скручиванию фотобумаги и пожелтению при горячей сушке.

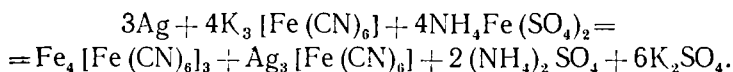
#### Окрашивающие растворы

О к р а ш и в а н и е — процесс, с помощью которого черно-белое позитивное изображение окрашивают в коричневый, зеленый, красный, синий и другие цвета.

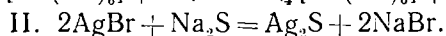
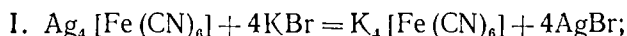
Окрашивание черно-белого изображения называют т о н и р о в а н и е м, или в и р и р о в а н и е м.

При процессе, проводимом в одном растворе, металлическое серебро в результате химических реакций превращается в окрашенное соединение, которое придает изобра-

жению определенный цвет. Например, изображение синего цвета получается по следующей реакции:



При процессе, требующем не менее двух отдельных растворов: отбеливающего, в котором окисляется металлическое серебро, и окрашивающего, в котором окисленное серебро переводится в окрашенное соединение, изображение коричневого цвета получается по следующей реакции:



Однорастворный процесс прост в работе и позволяет наблюдать за окрашиванием изображения во время обработки фотоматериала. Однако часто предпочитают пользоваться двухрастворным процессом, потому что регулированием продолжительности обработки фотоматериала в отбеливающем и окрашивающем растворах можно получить изображения различного цветового оттенка.

Существует процесс окрашивания, называемый протравным тонированием. В этом процессе окрашенное изображение получают за счет органических красителей, осаждающихся на тех участках фотоматериала, на которых изображение из металлического серебра было переведено протравным раствором в какое-либо соединение, например йодистое серебро. Краситель создает изображение соответственно бывшему серебряному изображению на фотоматериале. Протравное тонирование складывается из следующих операций: обработки изображения в протравном растворе, водной промывки, окрашивания, водной промывки, осветления и окончательной водной промывки. Протравным тонированием можно получить изображения коричневого, красного, зеленого, оранжевого и фиолетового цвета.

Черно-белые позитивы, предназначенные для окрашивания, должны быть правильно экспонированы во время печатания и правильно проявлены, так как недоброкачественные изображения окрашиваются плохо, особенно вуалированные. Если на позитиве есть вуаль, ее следует удалить с фотоматериала до его окрашивания. Недостаточное фиксирование или слишком короткая промывка фотоматериала являются причиной пятен на окрашенном изображении.

Некоторые процессы окрашивания усиливают или ослабляют черно-белое изображение, поэтому для усиливающих процессов правильно экспонированное изображение немного недопроявляют, а для ослабляющих процессов — немного перепроявляют, не допуская при этом образования вуали.

С появлением цветной фотографии тонирование черно-белых изображений стали применять редко, главным образом для окрашивания диапозитивов.

#### **Красно-коричневый окрашиватель** (однорастворный)

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Лимоннокислый калий трехзамещенный . . . . .	87,5 г
Сернокислая медь кристаллическая . . . . .	6,7 г
Железосинеродистый калий . . . . .	6 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для окрашивания позитивного изображения, имеющего **п о в ы ш е н н у ю п л о т н о с т ь**. Позитивный фотоматериал, хорошо фиксированный и промытый обрабатывают при белом освещении в окрашивающем растворе до получения нужного цвета: темно-красного, коричневого, красно-коричневого или карминного. Продолжительность обработки зависит от свойств позитивного фотоматериала, его проявления и многих других свойств и продолжается от 15 сек до 20 мин. После окраски фотоматериал промывают в непроточной воде в течение 5 мин, при непрерывном покачивании ванночки.

#### **Синий окрашиватель** (однорастворный)

Вода . . . . .	100 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	4 г
Лимонноаммиачное железо зеленое . . . . .	4,5 г
Винная кислота . . . . .	1,5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рекомендован для окрашивания позитивного изображения, имеющего **п о н и ж е н н у ю п л о т н о с т ь**. Позитивный фотоматериал, хорошо отфиксированный и промытый, обрабатывают при белом освещении в течение 3—5 мин при температуре раствора 20°. Затем фотоматериал промывают в воде от 10 до 15 мин.

**Тепло-коричневый окрасиватель**  
(двухрастворный)

**Отбеливатель**

Вода . . . . .	700 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	60 г
Бромистый калий . . . . .	4 г
Вода . . . . .	до 1 л

В этом растворе позитивный материал обрабатывается до тех пор, пока изображение почти полностью не исчезнет и останутся лишь слабо видимые коричневые следы.

Затем фотоматериал промывают в проточной воде не менее 10 мин и окрашивают в течение 30—60 сек при температуре 18—25°.

**Окрасиватель**

Сернистый натрий кристаллический . . . .	5 г
Вода . . . . .	до 1 л

После окрасивания фотоматериал промывают в проточной воде 30—40 мин.

**Коричневый окрасиватель**  
(трехрастворный)

**Отбеливатель**

Вода . . . . .	700 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	50 г
Бромистый калий . . . . .	10 г
Сода кальцинированная . . . . .	20 г
Вода . . . . .	до 1 л

Фотоматериал до обработки в отбеливающем растворе должен быть погружен на 2 мин в 2%-ный раствор уксусной кислоты, затем хорошо промыт. Изображение обрабатывают в отбеливателе до тех пор, пока на эмульсионном слое останутся лишь слабые коричневые следы позитива. После этого фотоматериал промывают в проточной воде в течение 10—15 мин и окрашивают в следующем растворе:

**Окрасиватель**

Вода . . . . .	700 мл
Тиомочевина . . . . .	5 г
Бромистый калий . . . . .	40 г
Едкий натр . . . . .	3 г
Вода . . . . .	до 1 л

Окрашивание ведут в растворе при температуре 18—25° до появления коричневого изображения нормальной плотности. Завершается обработка фотоматериала промывкой в проточной воде в течение 30—40 мин.

### Зеленый окрашиватель (трехрастворный)

#### Отбеливатель

Вода . . . . .	100 мл
Азотнокислый свинец . . . . .	17 г
Железосинеродистый калий . . . . .	10 г
Азотная кислота (10%-ная) . . . . .	10 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Фотоматериал, имеющий пониженную плотность изображения, обрабатывается в течение 4—5 мин в отбеливающем растворе. Затем промывается в воде до полного удаления окраски в течение 20—25 мин. После этого изображение окрашивают в следующем растворе:

#### Окрашиватель

Вода . . . . .	100 мл
Железоаммиачные квасцы . . . . .	10 г
Двухромовокислый калий . . . . .	5 г
Бромистый калий . . . . .	5 г
Вода . . . . .	до 1 л

Окрашивание изображения продолжается 3 мин, затем следует промывка в проточной воде в течение 5 мин.

Устранения желтого окрашивания фотоматериала достигают путем обработки позитива в течение нескольких минут в растворе следующего состава:

#### Осветлитель

Вода . . . . .	1 л
Азотная кислота (10%-ная) . . . . .	50 мл

Завершается обработка фотоматериала промывкой его в проточной воде в течение 10—15 мин.

### РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ ФОТОБУМАГИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### Проявляющий раствор

##### Раствор А

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г
Гидроксиламинсульфат . . . . .	2 г
Этил оксиэтилпарафенилендиаминсульфат . . . . .	4,5 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г

Бромистый калий . . . . .	0,5 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	0,5 г
Поташ . . . . .	80 г
Вода . . . . .	до 500 мл

Рабочий раствор готовят вливанием раствора А в раствор Б при непрерывном перемешивании.

Продолжительность проявления фотобумаги «Фотоцвет-1» и «Фотоцвет-2» — 3 мин при температуре  $18 \pm 0,5^\circ$ .

Промывка в проточной воде фотобумаги «Фотоцвет-1» — 10 мин, «Фотоцвет-2» — 5 мин при температуре не выше  $13^\circ$ .

#### Прерывающий раствор

##### Раствор А

Вода (25—30°) . . . . .	400 мл
Фосфорнокислый калий однозамещенный . . . . .	9 г
Фосфорнокислый натрий двузамещенный . . . . .	9 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (60—70°) . . . . .	300 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	160 г
Бензолсульфиновокислый натрий . . . . .	1,8 г
Вода . . . . .	до 500 мл

Рабочий раствор готовят смешиванием равных объемов растворов А и Б, после чего его фильтруют.

Продолжительность обработки бумаги «Фотоцвет-1» — 5 мин, «Фотоцвет-2» — 3 мин при температуре  $16-18^\circ$ .

Промывка в проточной воде фотобумаги «Фотоцвет-1» продолжается 5 мин, «Фотоцвет-2» — 3 мин при температуре не выше  $13^\circ$ .

#### Отбеливающий раствор

##### Раствор А

Вода (25—30°) . . . . .	400 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	20 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (25—30°) . . . . .	400 мл
Фосфорнокислый калий однозамещенный . . . . .	12 г
Фосфорнокислый натрий двузамещенный . . . . .	8 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рабочий раствор готовят смешиванием равных объемов растворов А и Б, после чего его фильтруют.

Продолжительность отбеливания фотобумаги «Фотоцвет-1» — 5 мин, «Фотоцвет-2» — 3 мин при температуре 16—18°. Промывка в проточной воде фотобумаги «Фотоцвет-1» — 5 мин, «Фотоцвет-2» — 3 мин при температуре не выше 13°.

#### Фиксирующий раствор

##### Раствор А

Вода (25—30°) . . . . .	300 мл
Уксуснокислый натрий безводный . . . . .	60 г
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	82 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (25—30°) . . . . .	300 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	30 г
Бензолсульфиновоокислый натрий . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Рабочий раствор готовят смешением равных объемов растворов А и Б. Продолжительность фиксирования фотобумаги 5 мин при температуре 16—18°.

Промывка в проточной воде фотобумаги «Фотоцвет-1» — 20 мин, «Фотоцвет-2» — 15 мин при температуре 13°.

### РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ ПОЗИТИВНОЙ ФОТОКИНОПЛЕНКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### Проявляющий раствор

##### Раствор А

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г
Гидроксиламинсульфат . . . . .	1,2 г
Парааминодиэтиланилинсульфат . . . . .	2,75 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	2 г
Поташ . . . . .	60 г
Вода . . . . .	до 500 мл

Рабочий раствор готовят вливанием раствора А в раствор Б при непрерывном перемешивании. Продолжительность проявления — 9—12 мин при температуре 20°.

Промывка в проточной воде — 1 мин при температуре 8—14°.

### Фиксирующий раствор

Вода (60—70°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Сульфит натрия безводный	5 г
Уксусная кислота ледяная	1,5 мл
Метабисульфит натрия	2 г
Вода	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 4—7 мин при температуре 16—20°. Промывка в проточной воде — 10 мин при температуре 8—14°.

### Отбеливающий раствор

Вода (25—30°)	700 мл
Железосинеродистый калий	30 г
Бромистый калий	10 г
Вода	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 5 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 8—14°.

### Фиксирующий раствор

Вода (60—70°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Вода	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 5 мин при температуре раствора 16—20°. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 8—14°.

## РАСТВОРЫ И РЕЖИМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНОЙ ПОЗИТИВНОЙ ФОТОКИНОПЛЕНКИ ФИРМЫ «ОРВО»

### Проявляющий раствор («Орвоколор-15»)

#### Раствор А

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	2 г
Гидроксиламинсульфат	1,2 г
Парааминодиэтиланилинсульфат	3 г
Вода	до 500 мл

#### Раствор Б

Вода (25—30°)	400 мл
Гексаметафосфат натрия	1 г
Поташ	75 г
Сульфит натрия безводный	2 г
Бромистый калий	2,5 г
Нитробензимидазол (0,2%-ный раствор)	5 мл
Вода	до 500 мл

Рабочий раствор готовят вливанием раствора А в раствор Б при непрерывном перемешивании.

Продолжительность проявления — 12—14 мин при температуре  $20 \pm 0,25^\circ$ . Промывка в проточной воде — 30 сек при температуре 12—15°.

**Прерывающий раствор («Орвоколор-35»)**

Вода (25—30°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	7,5 г
Уксуснокислый натрий безводный . . . . .	15 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	25 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	25 г
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность обработки в останавливающем растворе — 5—8 мин при температуре 19—21°.

Продолжительность промывки в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

**Отбеливающий раствор («Орвоколор-57»)**

Вода (25—30°) . . . . .	700 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	100 г
Бромистый калий . . . . .	15 г
Фосфорнокислый калий однозамещенный . . . . .	5,8 г
Фосфорнокислый натрий двузамещенный . . . . .	4,3 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность обработки в отбеливающем растворе — 5 мин при температуре 19—21°.

Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 12—15°.

**Фиксирующий раствор («Орвоколор-71»)**

Вода (60—70°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 5 мин при температуре 19—21°. Промывка в проточной воде — 15 мин при температуре 12—15°.

**Стабилизирующий раствор**

В целях повышения белизны в цветном позитиве, защиты его от пожелтения в светлых деталях и лучшей сохранности фотобумагу после окончательной промывки в воде обраба-

тывают в течение 5 мин в стабилизирующем растворе следующего состава:

Синтетическое моющее средство «Чайка» .	5 г
Формалин (40%-ный формальдегид) . . .	10 мл
Глицерин . . . . .	10 мл
Вода . . . . .	до 1 л

## ОТДЕЛКА ПОЗИТИВОВ НА ФОТОБУМАГЕ

К отделке позитивов относятся сушка фотобумаги, наклейка ее на паспарту и ретушь изображения.

### Сушка фотобумаги

Фотобумагу после фиксирования и промывки сушат различными способами: подвешивают к шнуру специальными или бельевыми прищепками либо кладут ее на листы промокательной бумаги или на марлю, натянутую на раму. Чтобы фотобумага после высушивания не сворачивалась, ее накрывают чистым, не оставляющим волокна полотенцем.

Помещение, в котором производят сушку, должно быть сухим и без пыли. Быстрота сушки зависит от температуры в помещении. Однако очень высокая температура воздуха может вызвать плавление желатинового слоя фотобумаги.

Для ускорения сушки часто пользуются шкафами, в которых воздух очищается от пыли, нагревается до заданной температуры и подается к фотобумаге вентилятором.

При любых способах сушка должна быть равномерной по всей поверхности фотобумаги, иначе на сухом изображении будут видны участки, высохшие с запозданием. Фотобумагу нельзя пересушивать, так как при этом появляются трещины на эмульсионном слое.

Глянцевую фотобумагу во время сушки дополнительно гляncуют, что придает ей зеркальный блеск. Позитив становится более насыщенным, детали в изображении кажутся лучше проработанными, света и тени — более сочными.

**Глянцевание** фотобумаги осуществляют прикатыванием мокрого эмульсионного слоя позитива к полированной поверхности стекла, хромированной стали, плексигласа, целлулоида и т. д. Качество глянца зависит от свойств фотобумаги, состояния полированной поверхности, на которую прикатывают фотобумагу, и техники ее накатывания.

Чем выше набухаемость эмульсионного слоя, тем меньше вероятность появления матовых пятен на зеркальной поверхности позитива. Поэтому еще до накатывания фотобумаги желательно повысить набухаемость ее эмульсионного слоя. Набухаемость становится выше, если фотобумагу предварительно обработать или в теплой воде (температурой 35—60°), или в одном из следующих растворов: в 2—3%-ном растворе борной и уксусной кислот; в 5%-ном растворе лимонной кислоты; в 5—10%-ном растворе двууглекислой (питьевой) соды или в 2—5%-ном растворе соляной кислоты. 10—15-мин обработка промытой фотобумаги в одном из этих растворов почти всегда обеспечивает получение хорошего глянца.

Особенно эффективна обработка фотобумаги в растворе карбоксиметилцеллюлозы, известной в продаже под названием КМЦ. Это вещество заливают кипяченой водой (18—20°) и отстаивают в течение суток. После полного растворения вещества добавляют 40%-ный раствор формалина (5 мл на 1 л раствора) и несколько капель смачивателя ОП-7. Концентрация КМЦ зависит от толщины подложки фотобумаги: для тонкой подложки делают 0,3—0,5%-ный раствор, для толстой подложки — 1,5—2%-ный раствор. Затем раствор фильтруют, обрабатывают в нем фотобумагу в течение 2—3 мин, после чего прикатывают ее к стеклу или к хромированной стали и сушат при температуре не выше 60—70°.

Если необходимо сушить фотобумагу при более высокой температуре, количество КМЦ в растворе должно быть повышено.

Предназначенное для наката стекло следует предварительно тщательно промыть мыльным раствором, а затем 5%-ным раствором соляной кислоты. После этого промытое стекло полируют следующим раствором:

Вода . . . . .	40 мл
Нашатырный спирт . . . . .	15 мл
Мелкий порошок пемзы . . . . .	3 г
Мел отмученный . . . . .	4 г

Раствор наносят на стекло равномерным тонким слоем и полируют кругообразными движениями ватного тампона, завернутого в полотно.

До прикатывания фотобумаги стекло необходимо досуха протереть тампоном, смоченным одним из следующих растворов:

# I

Скипидар очищенный . . . . .	100 мл
Воск белый . . . . .	5 г

# II

Бензин чистый . . . . .	100 мл
Воск белый . . . . .	3 г

# III

Бычья желчь . . . . .	100 мл
Формалин (40%-ный раствор) . . . . .	5 мл
Уксусная кислота (28%-ная) . . . . .	3 мл

Последний раствор должен быть хорошо профильтрован. В закупоренном сосуде и в темноте он сохраняется долго. До прикатывания фотобумаги этот раствор наносят тонким слоем на полированное стекло.

Фотобумагу для глянцеваания накладывают на стекло эмульсионным слоем к полированной поверхности, затем накрывают полотном, фильтровальной бумагой или газетой и прикатывают резиновым валиком без большого нажима, чтобы не нарушить эмульсионный слой и не допустить образования пузырьков воздуха или складок между прикатываемыми поверхностями.

Позитивы, накатанные на стекло, при комнатной температуре высыхают в течение 3—5 час. Сушка фотобумаги ускоряется, если на нее равномерно действует теплый воздух.

При правильно проведенном процессе глянцеваания фотобумага после высыхания отделяется от стекла сама или легко снимается, если ее край приподнять лезвием ножа.

В тех случаях, когда фотобумага прочно прилипла к стеклу, ее нужно обильно смочить водой и осторожно отделить от стекла. Затем вновь накатать, предварительно проделав все операции, которые необходимы для доброкачественного глянцеваания. Повторное глянцеваание применяют и тогда,



Рис. 96  
Электроглянецатель

когда на эмульсионном слое фотобумаги образовались мелкие матовые точки.

Широко применяются для глянцеваия и электрогляцеватели (рис. 96).

#### Наклеивание позитивов

Позитивы на фотобумаге с тонкой подложкой наклеивают на паспарту, т. е. на лист картона, рисовальной, ватманской или другой плотной бумаги. Паспарту может быть серое, белое, коричневое и других цветов. Тон его подбирается в зависимости от характера изображения, например: если изображение в светлой тональности, то оно хорошо смотрится на темном паспарту, наоборот, — выполненное в темной тональности, лучше выглядит на светлом паспарту. Расположение изображения на паспарту (горизонтальное или вертикальное) и размер полей зависят от содержания снимка и формата позитива.

Для наклеивания фотобумаги на паспарту используют фотоклей или какой-либо другой клей (декстриновый, крахмально-желатиновый, резиновый). Нельзя пользоваться лишь канцелярским клеем, от которого на фотографии появляются пятна.

Декстриновый клей готовят путем растворения 35 г белого декстрина в 100 мл горячей воды (70—80°) при непрерывном размешивании. Для сохранности в клей добавляют три-пять капель карболовой кислоты или формалина. Затем полученную пасту продавливают через полотно, чтобы не было комков в клее. Готовый клей хранят в плотно закупоренной банке.

Для приготовления крахмально-желатинового клея в 20 мл воды (18—20°) растворяют 10 г картофельного крахмала, затем в 20 мл воды (40—50°) расплавляют 2 г пищевого желатина, после чего в 60 мл кипящей воды вливают раствор крахмала, затем раствор желатина. Сливание растворов ведут при нагреве в течение 15—20 мин и энергичном перемешивании. В остуженный клей (40—50°) добавляют три-пять капель карболовой кислоты. Тщательно перемешанный клей фильтруют через ткань. Готовый клей хранят в плотно закупоренной банке.

Наклеивание позитивов производят так: на ровную поверхность стола расстилают лист бумаги или газеты, затем кладут фотобумагу изображением вниз и паспарту, на котором предварительно мягким карандашом намечают место наклейки фотографии. Склеиваемые поверхности целесообразно

немного увлажнить водой и дать им полежать, после чего на подложку фотобумаги наносят тонкий и ровный слой клея жесткой кистью. Клей намазывают на всю поверхность листа фотобумаги либо на его края. На паспарту первоначально приклеивают один край фотобумаги, совмещая этот край с отметками на паспарту. Затем прижимают весь лист и разглаживают его мягкой тканью, не допуская образования пузырей и морщин. Наклеенный позитив помещают под какой-либо ровный груз.

Для наклеивания широко применяют резиновый клей, который имеет отличные клеящие свойства, очень удобен для работы и в случае необходимости позволяет легко отделить фотобумагу от паспарту. Для того чтобы наклеить позитив, на подложку фотобумаги и на паспарту наливают немного резинового клея и разравнивают его жесткой кистью. Когда клей почти совсем подсохнет, склеиваемые поверхности вновь смазывают клеем, и после того, как он вторично немного подсохнет, фотобумагу накладывают на паспарту и плотно прижимают. Если резиновый клей случайно попал на поля паспарту или на фотобумагу, его легко снять тампоном из ваты.

Позитив хорошо сохраняется, если он защищен клапаном, который вырезают из листа прозрачной бумаги по размеру позитива. Прозрачная бумага приклеивается одним краем к паспарту так, чтобы она полностью прикрывала изображение. Подобным образом позитивы наклеивают и в альбом.

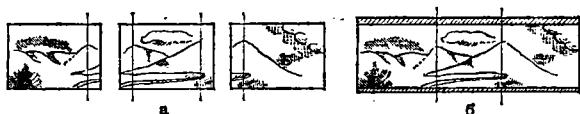


Рис. 97  
Схема монтажа панорамного изображения: а — части панорамы, б — готовая панорама

Позитивы, составляющие панорамное изображение, должны быть совершенно одинаково обработаны в растворах и высушены, чтобы изображения на них не оказались разными по тону и не были деформированными.

Из позитивов предварительно делают черновой монтаж панорамы, для чего изображения накладывают одно на другое по каким-либо ориентирам (рис. 97). Затем на изображениях выбирают две точки, по которым наиболее удоб-

но склеивать панораму. Эти точки на каждом изображении осторожно накалывают острой иглой, после чего по ним разрезают изображения по металлической линейке скальпелем или острым ножом. Затем изображения наклеивают на картон или плотную бумагу фотоклеем или резиновым клеем. Первоначально наклеивают среднее изображение, затем с обеих сторон к нему подклеивают соседние, добиваясь полного совпадения изображений по линии разреза. Разгладив швы разрезов твердой гладилкой, изображение панорамы помещают под стекло с грузом для просушки. Если панорамное изображение состоит из многих снимков, его делают складным, для чего со стороны бумажной подложки на швы наклеивают полоски коленкора.

### **Ретушь**

Ретушь — способ устранения в фотографическом изображении царапин, точек, полос, пятен и других дефектов.

Ретушь на фотобумаге широко применяется в связи с распространением малоформатных фотоаппаратов. Позитивы, сделанные с малоформатных негативов, почти всегда имеют точки, царапины и другие дефекты, снижающие качество изображения.

На позитиве ретушировать безопаснее, чем на негативе. Неудачная ретушь на негативе безвозвратно портит изображение, в то время как испорченный позитив можно вторично изготовить и снова ретушировать.

Царапины, точки и прочие дефекты могут быть светлыми и темными. Чаще на позитиве появляются светлые точки и царапины. Они возникают от загрязнения негатива или стекла, которым прижимают негатив во время печатания, а также от пузырьков воздуха на фотобумаге в процессе ее проявления. Темные точки и царапины появляются от загрязнения фотобумаги или ее потертости. Чтобы эти дефекты стали незаметными, их следует подравнять по плотности к окружающим почернениям, т. е. светлые участки — усилить, темные — ослабить.

Светлые участки заделывают красителями, тушью или карандашами, а темные — выскабливают.

Краситель для ретуши готовят из порошка черного анилинового красителя, применяемого для окрашивания хлопчатобумажных тканей. Для этого в 150 мл дистиллированной воды растворяют порошок, затем раствор отстаивают 2—3 часа, после чего его фильтруют через вату и добавляют 0,5 г борной кислоты и 5 г сахара. Получен-

ную смесь кипятят в водяной бане или на слабом огне так, чтобы краситель не пригорел (хорошо кипятить в стеклянной колбе).

Если приготовленный краситель не имеет серого оттенка, то к его раствору добавляют точно так же составленную смесь из коричневого или зеленого красителя. Коричневый краситель добавляют, если первоначальный раствор имеет голубоватый или зеленоватый оттенок; зеленый краситель — при красноватом оттенке. Количество добавка определяют пробными мазками испытуемого раствора на той же фотобумаге, на которой будут ретушировать.

Краситель, закупоренный в маленькие бутылочки, сохраняется годами.

Черной тушью, разведенной в воде, пользуются реже, чем анилиновыми красителями, так как она не дает достаточного почернения на позитиве.

Краситель наносят на фотобумагу колонковыми кисточками, которые имеют упругий волос и обеспечивают равномерное нанесение красителя на эмульсионный слой. Чем мельче дефект на изображении, тем тоньше берется кисточка. Смоченный и отжатый волос кисточки должен сохранять конусообразную форму и не распадаться на отдельные пучки. Торчащие волоски можно осторожно опалить спичкой.

Позитив, который предполагают ретушировать, укрепляют кнопками на чертежной доске или на гладком и плотном картоне. Ретушер должен работать вблизи от окна или лампы так, чтобы свет падал слева.

Следует отметить, что на матовых фотобумагах ретушь менее заметна, чем на глянцевых. Особенно трудно ретушировать фотобумагу, обработанную в дубящем фиксирующем растворе или глянцованную с формалином. В этом случае краситель скатывается капельками и не впитывается в эмульсионный слой. Такую фотобумагу нужно предварительно положить в проточную воду на 30—40 мин или обработать мелким порошком пемзы, чтобы поверхность стала шероховатой. На глянцевой фотобумаге от красителя остается матовый след, который исчезает после вторичного глянцевания.

Анилиновый краситель прочно и хорошо прокрашивает эмульсионный слой фотобумаги. Отмыть его почти невозможно, поэтому, нанося краситель на позитив, следует делать это очень осторожно, пользуясь разбавленным раствором, тон которого должен быть несколько слабее общего почернения данного участка изображения.

Краситель наносят легким и быстрым прикосновением кончика кисточки к заделываемому дефекту, причем кисточка должна иметь лишь минимальное количество красителя. Для этого, прежде чем сделать мазок, с кисточки снимают избыток красителя фильтровальной бумагой и делают предварительную пробу на полях позитива или на куске такой же фотобумаги.

Краситель наносят отдельными точками от центра пятна или царапины и постепенно подводят к краям дефекта. Чем правильнее по тону и тоньше сделан штрих, тем менее будет заметна ретушь на изображении.



Рис. 98  
Карандаш для ретуши

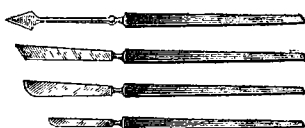


Рис. 99  
Скребки для ретуши

В случае образования на краях заделываемого дефекта заметной полосы ее устраняют после высыхания фотобумаги скребком, но делать это надо очень осторожно, так как малейшая небрежность приведет к порче позитива.

При заделке дефекта тушью ее предварительно разбавляют водой. На палитру наливают несколько капель туши, а затем тщательно размешивают смоченной в воде кисточкой № 1 или № 2. Подготовив таким образом тушь, кисточку чуть увлажняют водой и легким прикосновением острого кончика волосков заделывают дефект в изображении. При неудачном нанесении туши ее можно смыть с фотобумаги влажным тампоном. Если на глянцевой фотобумаге от туши остаются сильно заметные матовые следы, то в раствор туши добавляют ничтожно малое количество яичного белка или гуммиарабика.

Мелкие точки и царапины на фотобумаге могут быть устранены карандашом. Матовые фотобумаги ретушируются твердыми карандашами, глянцевые — мягкими карандашами. Ретушерские карандаши затачивают так, чтобы графит был оголен на 20—25 мм и имел очень острый, как у иглы, конец (рис. 98).

Во время ретуши остро отточенным карандашом чуть затрагиваются до эмульсионного слоя, так как острием его очень легко разрезать и тем самым испортить позитив. Чтобы не повредить изображение, карандаш держат пальцами как можно ближе к отточенному графиту. Заделку

дефекта начинают от центра, причем штрихи карандаша могут быть весьма различными: в виде точек, запятых, извилистых или прямых линий и т. д. Постепенно усиливая карандашные штрихи, уничтожают разницу в почернениях между заделываемым дефектом и окружающими участками изображения.

Черные точки, полосы и другие дефекты устраняют скребками; обычно для этого используют различные медицинские скальпели (рис. 99) или лезвие безопасной бритвы.

В процессе ретуши скребком срезают часть эмульсионного слоя и тем самым удаляют дефект на изображении. Неровные или тупые лезвия царапают и скользят по эмульсионному слою и лишь дополнительно его повреждают, поэтому заточке лезвия нужно уделять особое внимание. Затачивают лезвия на увлажненных и плоских точильных камнях, а затем правят их на оселках, применяемых для правки бритв. В тех случаях, когда фотографу затруднительно самому направить лезвие, следует воспользоваться услугами специалиста-точильщика.

Работа со скребком требует большого опыта и потому, прежде чем приступить к отделке основного позитива, нужно долго и терпеливо практиковаться на каких-либо бракованных снимках.

Эмульсионный слой, имеющий черное пятно или царапину, постепенно срезают лезвием, снимая дефект отдельными точками или тончайшими штрихами неправильной формы. Степень ослабления почернения определяют толщиной снятого эмульсионного слоя. Скребком работают от края дефекта, постепенно усиливая нажим на лезвие в соответствии с повышением почернения пятна или царапины. При необходимости срезывание тончайших пленочек эмульсионного слоя повторяют несколько раз, пока тон обрабатываемого участка не будет доведен до тона окружающего дефект участков. Сильный нажим на лезвие может привести к срезыванию эмульсионного слоя вплоть до бумажной подложки, что в дальнейшем потребует заделки этого участка краской. Закрашивание повреждения не всегда удается, и по тону оно может отличаться от общего тона изображения.

Иногда из-за чрезмерной задубленности и горячего глянцевого эмульсионный слой фотобумаги при соскабливании выкрашивается и плохо впитывает наносимый краситель. Такие позитивы перед ретушью следует раздуть и освободить от дополнительного глянца. Для этого фотобумагу размачивают в 5%-ном растворе глицерина в течение

2—3 час, а затем сушат при температуре 18—20°. После этого позитив наклеивают резиновым клеем на картон или плотную бумагу, что предохраняет его от изломов и дает возможность работать скребком на гладкой плоскости.

Матовые фотобумаги трудно поддаются исправлению скребком, а структурные фотобумаги обрабатывать лезвием нельзя.

В тех случаях, когда на изображении требуется убрать фон или большие участки изображения, пользуются йодной настойкой. Для этого йодную настойку (аптечную) наносят кистью на те участки эмульсионного слоя, которые необходимо ослабить. Йод при введении в эмульсионный слой фотобумаги не расплывается и быстро соединяется с металлическим серебром, составляющим изображение. Позитив, отбеленный йодной настойкой, обрабатывают в фиксирующем растворе и промывают в проточной воде. В результате химической реакции между металлическим серебром и йодом в эмульсионном слое возникает йодистое серебро, быстро переходящее в фиксирующем растворе в легко растворимое серебряное соединение, подобное тому, которое образуется при обычном процессе ослабления. Эта операция ведется при белом освещении и легко регулируется.

Цветные позитивы состоят из трех тончайших эмульсионных слоев, содержащих красители, поэтому ретушировать цветную фотобумагу чрезвычайно сложно. Нежнейшее прикосновение лезвия скребка снимает наружный эмульсионный слой с желтым красителем и открывает следующий слой к другим красителям. В результате на этом участке возникает неприятный фиолетовый тон.

При более глубоком срезе обнажается нижний слой с голубым красителем или подложка фотобумаги. Искажение цвета на поврежденном участке будет еще большим, чем оно было до ретуши. Нельзя также цветные позитивы ретушировать черной тушью или карандашом.

Цветные позитивы ретушируют анилиновыми красителями, растворенными в воде.

Анилиновый краситель разводят водой так, чтобы его окраска была несколько слабее цвета исправляемого участка. Затем раствором анилинового красителя увлажняют кончик колонковой кисточки и легким прикосновением наносят на эмульсионный слой. Пятно на изображении обрабатывают красителем до тех пор, пока это пятно не сольется с основным тоном. Желательно после каждой смены

красителя дать высохнуть эмульсионному слою и только после этого наносить другой раствор.

Дефекты, которые не удастся устранить анилиновыми красителями, можно исправить обычной ретушной краской с добавлением краски, близкой по тону с основному изображению. Для синих, зеленых и близких к ним цветов прибавляют зеленый краситель; для красных и желтых тонов — коричневый краситель.

Черные пятна и полосы иногда удается заделать масляными красками, растворенными в прозрачных растворителях. Цвет краски должен быть близким к цвету, который преобладает на данном участке изображения. Для того чтобы краска не отличалась по тону от основного изображения, ее наносят постепенно и ровным слоем, причем после каждого покрытия краску отжимают крепко скрученным жгутиком из ваты.

Ретушью также называют операции, имеющие целью изменить градацию фотографического изображения, смягчить допущенные при съемке ошибки и т. д. Этими видами ретуши обычно пользуются профессионалы-ретушеры. Например, к такому виду ретуши относится работа над портретом. Это наиболее сложный вид ретуши, так как при неумелой ретуши теряется сходство портрета с оригиналом.

## **НЕОБЫЧНЫЕ СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЗИТИВА**

На фотовыставках, витринах фотоателье, в журналах и газетах нередко демонстрируют работы, существенно отличающиеся по манере исполнения от общепринятых фотографических изображений. Эти работы носят названия способов, которыми они получены: изогелия, псевдосоляризация, голокопия и др.

**Изогелия** — способ изготовления позитива, на котором объект съемки воспроизведен ступенчато, небольшим количеством тонов, по манере выполнения напоминает плакат (фото 10).

Изогелию изготавливают с негатива, имеющего хорошую резкость, повышенный контраст и крупные детали в изображении. Для получения изогелии обычно пользуются многократным **к о н т р а с т и р о в а н и е м**. Первоначально с негатива делают серию **п р о м е ж у т о ч н ы х**

п о з и т и в о в. Количество их зависит от характера негативного изображения и изображения, которое хотят получить в позитиве. Чем богаче полутонами негатив и чем меньше ступеней должно быть в позитиве, тем больше требуется промежуточных позитивов.

Если решено, что изображение на позитиве должно иметь всего четыре ступени по тону, экспозицию для печатания негатива подбирают так, чтобы в первом промежуточном позитиве были проработаны только темные детали объекта, во втором — менее темные, в третьем — светлые, в четвертом — яркие. С каждого промежуточного позитива делают по к о н т р а т и п у — дубликату негатива. Затем с полученных контратипов изготавливают по одному промежуточному позитиву, а с этих промежуточных позитивов — по контратипу.

Промежуточные позитивы и контратипы печатают на фототехнической пленке, обладающей высокой контрастностью и низкой светочувствительностью, например тип ФТ-31. Печатают контактом в копировальной рамке. Экспонированную фотопленку обрабатывают в энергичнороботающем гидрохиноновом проявляющем растворе, закрепляют в простом фиксирующем растворе, промывают в воде и сушат в таких условиях, которые исключают деформирование фотопленки.

При контратипировании изображения экспонирование и проявление фотопленки должны быть такими, чтобы изображение в промежуточных позитивах и контратипах становилось все контрастнее.

Изготавливая промежуточные позитивы и контратипы, необходимо следить за тем, чтобы на них не появились царапины, пятна, точки и другие дефекты, портящие изображение. Если какой-либо позитив получился повышенной плотности, его можно обработать в ослабляющем растворе.

С контратипов изображение поочередно печатают на контрастную фотобумагу. При печатании надо следить, чтобы негативодержатель обеспечивал совершенно точное совмещение проецируемых изображений. Постоянное местоположение проецируемых изображений устанавливают по контуру, сделанному карандашом на листе белой бумаги, или по контрольному фотоотпечатку с одного из контратипов другими способами.

Экспозицию для печатания каждого изображения на фотобумагу подбирают очень точно. Ее определяют по ступенчатой пробе, сделанной на той же фотобумаге, на кото-

рой будет печататься позитив. Экспонированная фотобумага обрабатывается в обычных условиях.

Есть и другие способы изогелии, которыми можно изготовлять разные по характеру позитивы. Но эти способы трудоемки и требуют большой экспериментальной работы.

Для характера изображения изогелии важное значение имеет выбор объекта съемки, так как далеко не каждый сюжет пригоден для воспроизведения по этому способу.

Существует несколько измененный способ изогелии, называемый *и з о п о л и х р о м и е й*, который дает возможность с цветного негатива получить изображение на цветной фотобумаге, весьма отличное от общепринятого цветного позитива.

**Псевдосоляризация** — способ изготовления позитива, в котором часть деталей имеет *н е г а т и в н о е*, а часть — *п о з и т и в н о е* изображение, причем эти детали отделены друг от друга прозрачной каймой (фото 11).

Способ основан на экспонировании светочувствительного слоя фотоматериала через проявляемое изображение. Чтобы получить позитив по этому способу, негативный фотоматериал в процессе проявления освещают белым светом. В это время галогениды серебра, экспонированные через проявляемое изображение, становятся способными к проявлению и проявляются одновременно с ранее проявляемым изображением. В результате на фотоматериале возникают *д в а и з о б р а ж е н и я*: негативное и позитивное. Доля участия каждого изображения в позитиве зависит от плотности первоначально проявленного изображения, продолжительности освещения фотоматериала и его последующего проявления.

По характеру изображения позитивы могут быть весьма различными, поэтому для каждого из них подбирают соответствующие режимы обработки.

Способ псевдосоляризации можно применять на негативном фотоматериале только в том случае, если есть очень много дублей съемки для экспериментирования. Объясняется это тем, что существует масса факторов, влияющих на характер изображения и трудно учитываемых при работе с основным негативом.

Чтобы изготовить позитив по этому способу негатив печатают на фотобумагу № 6 или № 7, которую затем обрабатывают энергично работающим гидрохиноновым проявителем при температуре 23—24°. Проявление ведут до плотности, устанавливаемой многочисленными экспериментами.

После достижения необходимого изображения фотобумагу освещают белым светом в проявляющем растворе. Продолжительность освещения устанавливают экспериментально. Освещенную фотобумагу продолжают обрабатывать в проявителе до тех пор, пока не будет получено нужное по характеру изображение. Проявленную фотобумагу фиксируют, промывают в воде и сушат.

Вследствие того что способ изготовления позитива требует многочисленных и трудоемких экспериментов, для подбора режима каждой операции принято одновременно обрабатывать несколько листов фотобумаги, по-разному освещаемых и проявляемых.

В тех случаях, когда необходимо иметь большое количество одинаковых позитивов, пользуются процессом контрастирования. На фототехнической пленке первоначально изготавливают по способу псевдосоляризации промежуточный позитив, в который может быть впечатано и несколько изображений, затем с него делают контратип, а с контратипа — окончательный позитив.

Способ псевдосоляризации находит применение не только в черно-белой фотографии, но и в цветной.

**Псевдобарельеф** — способ изготовления позитива, изображение которого кажется рельефным (фото 12).

По технике выполнения псевдобарельеф близок к способу изогелии и отличается от него тем, что при печатании изображения складывают с небольшим смещением.

Получение изображения может быть осуществлено однократным контрастированием: сначала с негатива делают промежуточный позитив, а затем негатив складывают с этим позитивом эмульсионными слоями внутрь и экспонируют эти два изображения на фотобумагу. При двукратном контрастировании с негатива изготавливают промежуточный позитив, с промежуточного позитива — контратип, с контратипа — второй промежуточный позитив, со второго промежуточного позитива — второй контратип. С двух последних изображений (контратип+промежуточный позитив) делают окончательный контратип, используемый для печатания позитивов.

Характер изображения зависит от того, как сложены контратип и промежуточный позитив — эмульсионными слоями внутрь или наружу, — и от того, какое изображение является первым к источнику света во время печатания окончательного контратипа. На характер позитива влияет также сте-

пень смещения изображений по горизонтали и вертикали кадра.

Для печатания промежуточных позитивов и контратипов можно применять плоские фототехнические пленки, например тип ФТ-31. Режимы экспозиции при контратипировании определяют в зависимости от нужного характера изображения в позитиве.

Могут быть и другие варианты изготовления позитива по способу псевдобарельефа, но они более сложные.

Выбор объекта съемки и его освещение для изготовления позитива по этому способу имеют большое значение, так как далеко не все сюжеты могут быть воспроизведены в виде псевдобарельефа.

**Голокопия** — способ, обеспечивающий получение особо-мелкозернистого позитивного изображения с максимальным количеством деталей.

Этот способ основан на печатании позитива с отбеленного негатива, который после полного проявления фиксирования и промывки обрабатывают в растворе следующего состава:

Вода . . . . .	800 мл
Сернистая медь кристаллическая . . . .	100 г
Хлористый натрий . . . . .	100 г
Серная кислота концентрированная . . .	25 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Изображение обрабатывают в растворе до тех пор, пока негатив со стороны подложки не станет молочно-белым. Затем негатив промывают в воде до исчезновения голубого оттенка.

В результате отбеливания детали негатива очень высокой плотности, не пропечатываемые при обычном способе, становятся значительно прозрачнее и хорошо воспроизводятся в позитиве. При отбеливании рыхлые зерна металлического серебра, составлявшие изображение, превращаются в компактные микрокристаллы хлористого серебра, вследствие чего негатив оказывается менее зернистым с повышенной резкостью изображения. С такого негатива позитив будет иметь мелкозернистое изображение с улучшенной передачей мелких деталей и различием тонов.

Способ голокопии пригоден не для всех объектов съемки и не для всех негативов. Обычно его применяют для сильно переэкспонированных и перепроявленных негативов, а также для изображения контрастных объектов.

Изготовление позитива с отбеленного негатива требует подбора фотобумаги по контрасту, величине экспозиции и продолжительности проявления, которые могут значительно отличаться от принятых для обычного процесса.

В тех случаях, когда трудно отпечатать позитив с отбеленного негатива вследствие его чрезмерной прозрачности, негатив освещают ярким источником света, имеющим много ультрафиолетовых лучей, например ртутной лампой. Под действием света часть хлористого серебра восстанавливается до металлического, образующего повышенную плотность в негативе. Однако чем больше будет иметь негатив металлического серебра, тем слабее эффект, присущий способу голокопии.

При желании отбеленный негатив можно вернуть в первоначальное состояние, обработав его в разбавленном мелкозернистом проявляющем растворе. Поскольку вторичное проявление ведется при белом освещении, есть возможность несколько изменить контрастность и плотность изображения, регулируя продолжительность обработки негатива в растворе. После проявления негатив фиксируют в обычном растворе и хорошо промывают.

**Иммерсионное печатание** — способ печатания, при котором мелкие царапины и потертости на негативе не пропечатываются на позитиве. Способ основан на том, что повреждения на негативе заполняются жидкостью, имеющей показатель преломления, близкий к показателям преломления эмульсионного слоя и подложки. В результате такого заполнения на позитиве не будут заметны повреждения, от которых при обычном печатании возникают белые полосы на изображении.

В качестве иммерсионных жидкостей применяют глицерин, пихтовый бальзам, четыреххлористый углерод и др. Для печатания негатив очищают от пыли и укладывают между двумя смоченными глицерином стеклами, которые затем помещают в негативодержатель фотоувеличителя или копировальную рамку. Между стеклами и негативом не должно быть воздушных пузырьков. После печатания негатив следует протереть.

При пользовании пихтовым бальзамом негатив помещают между двумя стеклянными пластинками, близкими по размеру к негативу. Предварительно на чистые поверхности стекол наносят по капле бальзам. После укладки негатива стекла ставят под груз на два-три дня в теплом и сухом помещении. Затем стекла окантовывают, как обычный диапо-

зитив. Пихтовый бальзам в процессе прессовки должен равномерно распределиться по всей площади между стеклами и заполнить поврежденные места негатива. В заклеенном виде негатив можно сохранять постоянно. В случае необходимости отделить негатив от стекол его слегка подогревают. Пихтовый бальзам легко смывается ксилолом.

Известно много старых процессов, которые и до сих пор привлекают внимание любителей фотографии: пигментный, гуммиарабиковый, масляный, бромомасляный, озобром, карбро, резинотипия, гидротипия и т. п. Но для осуществления их требуются материалы, редко теперь изготавливаемые. Кроме того, эти процессы чрезмерно сложны и трудоемки.

Позитивное изображение может быть получено способом о б р а щ е н и я на том же фотоматериале, на который производилась съемка. При этом способе в большинстве случаев позитивное изображение изготавливают в виде д и а п о з и т и в а, для чего пользуются цветной фотопленкой.

По сравнению с негативно-позитивным способом способ обращения имеет еще ряд существенных преимуществ: он более экономичен, так как расходуется только один фотоматериал вместо двух; позитивное изображение можно получить много быстрее, чем по двухступенному способу; цветной диапозитив, спроецированный на экран, значительно превосходит по яркости, сочности, прозрачности и чистоте цветов позитив на цветной фотобумаге. Объясняется это тем, что изображение, проецируемое на экран в затемненном помещении, кажется глазу намного насыщеннее и чище, а по градации цветов — точнее, чем изображение на фотобумаге, рассматриваемое на отражение и на свету.

Цветное изображение на обращаемой фотопленке предпочтительно и для воспроизведения полиграфическим путем, в чем легко убедиться, сравнивая в журналах цветные снимки, полученные по обращаемому процессу и по негативно-позитивному способу.

Процесс обращения применяют и на фотобумагах, когда нужно изготовить копию с диапозитива, документа и т. д. Этим процессом пользуются и для получения дубликатов с негатива, позитива и в других специальных случаях.

## ОБРАЩАЕМЫЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Позитивное обращенное изображение можно получить на любых фотопленках, за исключением имеющих окрашенную подложку или маски в светочувствительных слоях. Однако предпочтением имеют о б р а щ а е м ы е ф о т о п л е н к и.

Фотопленки содержат противоореольный слой из металлического серебра темно-коричневого или другого цвета, что повышает их разрешающую способность. У большинства обращаемых фотопленок этот слой расположен непосредственно под светочувствительной эмульсией и хорошо тушит лучи, способные создать ореолы отражения от подложки. Противоореольный слой разрушается во время фотографической обработки фотопленки, проведенной по процессу обращения. Если же обращаемую фотопленку обработать по негативному процессу (черно-белому), в котором нет отбеливающего раствора, противоореольный слой сохранится на подложке и как бы завуалирует негативное изображение, снизив различаемость его деталей.

Существуют обращаемые фотопленки, противоореольный слой которых изготовлен из красителя, сажи и других светопоглощающих материалов. Эти противоореольные слои разрушаются при фотографической обработке, проведенной по обращаемому или негативному процессу. Поэтому на таких фотопленках можно получить обращенное или негативное изображение.

Обращаемые фотопленки значительно контрастнее негативных, поэтому необходимо при съемке весьма точно устанавливать экспозицию. Из-за высокого контраста фотопленки уменьшается воспроизводимый интервал яркостей объекта съемки. Причем цветные фотопленки контрастнее черно-белых фотопленок.

Цветные обращаемые фотопленки выпускаются двух типов. Одни предназначаются для съемки при дневном освещении (тип Д), другие—при лампах накаливания (тип Л). Каждый тип фотопленок имеет светочувствительные слои, сбалансированные на определенный по спектральному составу свет.

Черно-белые обращаемые фотопленки изготавливаются в виде 16- и 8-мм кинопленок. В тех случаях, когда необходимо получить изображение большего формата, применяют черно-белые позитивные фотопленки, которые удовлетворительно обрабатываются по процессу обращения.

Помимо фотопленок, применяемых для съемки, некоторые предприятия изготавливают черно-белые и цветные обрабатываемые фотоматериалы для копирования на них изображений с диапозитивов. К таким материалам относятся черно-белые и цветные обрабатываемые пленки для печатания копий и др. Эти фотоматериалы по светочувствительности близки к обычным позитивным фотоматериалам.

Существуют фототехнические обрабатываемые фотобумаги, для штриховых или полутоновых изображений.

#### **Цветные обрабатываемые фотопленки**

ЦО-22Д — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при дневном освещении. Светочувствительность — 22 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности — 2,0, фотографическая ширина — 1,2, разрешающая способность — 70 *лин/мм*. На этой фотопленке получается мелкозернистое цветное позитивное изображение.

ЦО-90Л — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при лампах накаливания. Светочувствительность — 90 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности — 1,2, фотографическая ширина — 1,2, разрешающая способность — 60 *лин/мм*. На этой фотопленке можно производить съемку и при дневном освещении, если на объектив фотоаппарата надеть оранжевый светофильтр. В этом случае светочувствительность фотопленки оценивается в 45 ед. ГОСТа.

ЦО-5 — цветная обрабатываемая фотопленка для печатания изображения с цветного диапозитива. Светочувствительность — 0,4 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности — 1,1, разрешающая способность — 70 *лин/мм*. На этой фотопленке получают удовлетворительные по цветопередаче копии с цветных диапозитивов.

«О р в о х р о м УТ-16» — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при дневном освещении. Светочувствительность — 32 ед. ГОСТа.

«О р в о х р о м УТ-18» — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при дневном освещении. Светочувствительность — 45 ед. ГОСТа.

«О р в о х р о м УК-18» — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при лампах накаливания. Светочувствительность — 45 ед. ГОСТа.

«О р в о х р о м УК-20» — цветная обрабатываемая фотопленка для съемки при лампах накаливания. Светочувствительность — 65 ед. ГОСТа.

### **Черно-белые обрабатываемые фотопленки**

ОЧ-45—черно-белая обрабатываемая фотопленка для съемки при дневном освещении. Светочувствительность — 45 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности — 1,4, фотографическая широта — 0,9, разрешающая способность — 85 *лин/мм*.

ОЧ-180 — черно-белая обрабатываемая фотопленка для съемки при лампах накаливания. Светочувствительность — 250 ед. ГОСТа, при дневном освещении — 180 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности — 1,3, фотографическая широта — 0,9, разрешающая способность — 70 *лин/мм*. Фотопленка имеет повышенную зернистость и применяется для съемки при малой освещенности объекта.

### **Цветные обрабатываемые фотобумаги**

Обрабатываемая цветная фотобумага есть двух типов: нормальная, имеющая коэффициент контрастности 1,2, и контрастная — с коэффициентом контрастности 1,6. Обе фотобумаги предназначены для получения позитивов с цветных диапозитивов, обрабатываются по способу обращения.

### **Черно-белые обрабатываемые фотобумаги**

Реверсивная фотографическая бумага предназначена для получения способом обращения позитивного изображения объекта. Высокочувствительный эмульсионный слой этой фотобумаги нанесен на прозрачную бумажную подложку, лакированную с обеих сторон. Контрастность эмульсионного слоя определяется видом позитивного изображения: повышенная — для штрихового изображения, нормальная — для полутонного. Фотобумага рассчитана для использования в различных автоматах, работающих при повышенной температуре растворов, воды и воздуха. Чтобы предотвратить скручивание фотобумаги, на ее подложку нанесен противоскручивающий слой.

Реверсивную фотобумагу обрабатывают по сокращенному процессу обращения (стр. 328), без засветки после операции осветления. Полноценное позитивное изображение получается лишь при точном экспонировании фотобумаги во время съемки и строгом соблюдении режимов обработки. При правильно проведенном процессе изображение имеет темно-коричневый тон.

Рефлексная обращаемая фотография имеет специальный завуалированный эмульсионный слой, способный темнеть при проявлении. Этот слой нанесен на тонкую бумажную подложку.

Получение обращенного изображения основано на эффекте Гершеля, по которому завуалированный эмульсионный слой при освещении лучами длинноволновой части спектра теряет способность к проявлению. Поэтому для получения изображения на этой фотобумаге ее экспонируют через односторонний оригинал, обращенный текстом к сильному источнику света, прикрытому плотным желтым светофильтром. В результате такого экспонирования скрытые центры вуали разрушаются и при проявлении фотобумаги светлые детали оригинала оказываются светлыми, а темные детали — темными, т. е. изображение на фотобумаге соответствует изображению оригинала. Экспозиция, исчисляемая минутами, должна быть подобрана весьма точно, так как избыточное экспонирование приводит к изображению пониженной плотности, а недостаточное экспонирование — к изображению повышенной плотности. Проявление ведут в любом проявляющем растворе, используемом для обычной фотобумаги.

## **ЭКСПОНИРОВАНИЕ ОБРАЩАЕМЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ**

Влияние экспозиции на качество обращенного изображения можно объяснить следующей упрощенной схемой:

правильная экспозиция обеспечивает получение нормального по плотности обращенного изображения, так как на негативное и позитивное изображения расходуется одинаковое количество галогенида серебра светочувствительного слоя фотоматериала;

недостаточная экспозиция (недодержка) является причиной получения обращенного изображения повышенной плотности, так как из-за недодержки меньше расходуется галогенида серебра на негативное изображение и больше — на позитивное изображение. Это изображение будет тем плотнее, чем больше была недодержка при экспонировании фотоматериала;

избыточная экспозиция (передержка) является причиной получения обращенного изображения пониженной плотности, так как из-за передержки оказывается больше израсходовано галогенида серебра на

негативное изображение и меньше — на позитивное изображение. Это изображение будет тем прозрачнее, чем больше была передержка при экспонировании фотоматериала.

Экспозиционные ошибки сказываются не только на общей плотности позитивного обращенного изображения, но и на проработке в нем деталей.

Обрабатываемые фотопленки имеют высокий контраст, вследствие чего фотографическая ширина их почти в два раза меньше, чем негативных материалов. Малая фотографическая ширина обязывает весьма точно определять экспозицию для съемки и выбирать такие объекты, интервал яркостей которых не превышает фотографическую широту фотоматериала. Необходимость точной экспозиции диктуется и тем, что во время фотографической обработки обрабатываемых материалов удастся исправить лишь небольшие экспозиционные ошибки, допущенные при съемке.

Качество цветного изображения на обрабатываемых фотопленках еще больше зависит от их экспонирования. Объясняется это тем, что позитивное изображение создается тремя красителями, плотность каждого из них определяется зональной экспозицией, т. е. экспозицией, действующей раздельно на светочувствительные слои фотопленки в зависимости от их зональной чувствительности.

Доброкачественное цветное позитивное изображение будет получено в том случае, если экспозиция при съемке и освещение объекта по цветовой температуре соответствовали светочувствительности фотопленки и ее балансу.

Ошибки в экспозиции при съемке сказываются на общей плотности цветного диапозитива так же, как это было ранее показано для черно-белого обращенного изображения.

Причиной неправильных зональных экспозиций является освещение объекта съемки источником света с цветовой температурой, не соответствующей цветовой температуре, на которую балансирована цветная обращаемая фотопленка. Например, фотопленка балансирована к свету ламп накаливания ( $3200^{\circ}\text{K}$ ), съемка производилась при дневном освещении ( $6500^{\circ}\text{K}$ ), в котором повышенное количество синих лучей. Вследствие этого синечувствительный слой фотопленки оказался излишне экспонированным. В результате изображение в диапозитиве получилось цветоискаженным — в нем преобладал синий цвет.

Другой пример: на фотопленку, балансированную к дневному освещению, съемку вели в утренние или вечерние часы, когда понижено количество синих лучей. В этом слу-

чае синечувствительный слой фотопленки оказался недоэкспонированным, диапозитив получился с оранжевым оттенком.

Чтобы исключить ошибки в зональных экспозициях, во время съемки применяют специальные цветные конверсионные светофильтры, часто называемые компенсационными. Эти светофильтры (табл. 28) предназначены для подгонки условий освещения объекта к балансу светочувствительных слоев фотопленки.

Таблица 28

Тип фотопленки	Условия съемки	Цвет светофильтра
Для дневного освещения	С лампами накаливания	Синий
	С мощными лампами накаливания	Голубой
	В утренние и вечерние часы	Светло-голубой
	В пасмурную погоду	Розовый
Для освещения лампами накаливания	В интерьере с рассеянным дневным светом	Светло-пурпурный
	С дневным освещением	Оранжевый
	С перекальными лампами	Светло-желтый

Светофильтры, надеваемые на объектив фотоаппарата, устраняют лишь грубые нарушения между условиями освещения объекта и балансом светочувствительных слоев фотопленки. Объясняется это тем, что условия съемки весьма разнообразны и их трудно правильно оценить без специальных приборов, определяющих цветовую температуру источников света, освещающих объект. Кроме того, самые сложные для заводского производства из всех видов фотографических материалов цветные обрабатываемые фотопленки почти всегда несколько отличаются друг от друга по цветовоспроизведению объекта съемки. Разумеется, в продажу поступают строго проверенные фотопленки, свойства которых могут изменяться только в пределах, допустимых для качества цветного изображения.

Существует очень много причин, влияющих на цветовоспроизведение объекта съемки. Например, объективы, различные по оптическим свойствам: способу просветления, составу стекла и т. д.— могут быть причиной получения холодных или теплых тонов в цветном изображении. Существ-

ует большая зависимость цветного изображения от условий фотографической обработки фотопленки и многих других факторов. Однако часто эти цветоискажения не замечают или считают вполне допустимыми.

При изготовлении диапозитивов с картин и других художественных произведений, а также снимков, используемых в научно-технических целях, необходимо иметь цветные изображения, более точно воспроизводящие объект съемки.

Для получения правдоподобных цветных изображений к фотопленке подбирают корректирующие светофильтры, применяемые для печатания цветного позитива с негатива. Светофильтры должны быть чистыми и без повреждений. Лучше, если они изготовлены в виде тонких желатиновых окрашенных пленок (фолий), которые укрепляют на объективе фотоаппарата фильтродержателем, или двух плоскопараллельных стекол. Этими светофильтрами удастся устранять даже сравнительно небольшие отклонения в цветотональности изображения и получать диапозитивы, одинаковые по цветовоспроизведению, сделанные при различных источниках света.

Чтобы изготовить правдоподобные по цвету диапозитивы, необходимо иметь запас фотопленки одного номера эмульсии в количестве, достаточном для выполнения определенного объема работы. Затем следует провести пробную съемку объекта, имеющего детали серого цвета, или рядом расположенную таблицу с серыми полями. Первоначально съемку ведут без светофильтров с объективами и источниками освещения, которые будут применяться в последующей работе. После фотографической обработки фотопленки устанавливают, какой цветовой оттенок преобладает в каждом из диапозитивов, полученных при различных условиях съемки. По этим диапозитивам подбирают корректирующие светофильтры, имея в виду, что цвет его должен быть дополнительным к цвету искаженного оттенка. Если, например, первая проба без светофильтра покажет избыток синего цвета, то вторую пробную съемку нужно сделать с 10-, 30-, 50- и 70%-ным желтыми светофильтрами. В зависимости от результатов второй пробы нетрудно определить светофильтры, которые полностью устраняют цветоискажения в диапозитиве.

Определяя экспозицию экспонометром, руководствуются числом светочувствительности фотоматериала, указанного на его упаковке. Это число не всегда соответствует

действительности по следующим причинам: при заводском определении светочувствительности фотоматериала число округлялось в большей или меньшей степени, что не имеет практического значения при съемке на негативный материал, но оказывает влияние на качество обращенного изображения; светочувствительность могла измениться во время хранения фотоматериала; условия фотографической обработки несколько отличались от обработки, при которой определялось число светочувствительности фотоматериала.

Замер экспонометром условий съемки также предусматривает некоторый допуск в величине экспозиции. Не всегда может быть правильно оценена кратность светофильтра, если он применялся во время съемки.

Вследствие этих обстоятельств целесообразно знать истинную светочувствительность обращаемой фотопленки, особенно цветной. Для этого нужно сделать экспонogramму в предполагаемых условиях съемки и обработать ее в строго установленных режимах. Истинная светочувствительность определяется по изображениям в экспонogramме путем выяснения, при какой экспозиции был получен наилучший диапозитив.

Если условия съемки сложные, то каждый объект необходимо фотографировать с двумя-тремя разными экспозициями, близкими к расчетной.

## **ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОБРАЩАЕМЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ**

Фотографическая обработка обращаемых материалов отличается от обработки негативных и позитивных материалов по количеству операций, сложности процессов, зависимости качества изображений от этих процессов.

### **Обработка цветных обращаемых фотоматериалов**

Цветные обращаемые фотоматериалы должны быть обработаны при соблюдении строгого технологического процесса, так как качество цветного позитивного обращенного изображения в очень большой степени зависит от фотографической обработки фотоматериала.

Большинство цветных обрабатываемых фотоматериалов обрабатывается по процессу, состоящему из следующих операций.

Первое проявление (черно-белое) — образование видимых цветоделенных негативных изображений объекта за счет восстановления в металлическое серебро галогенидов серебра, экспонированного во время съемки в каждом светочувствительном слое фотоматериала. Первое проявление влияет не только на плотность и контрастность позитивного изображения, но и на цветовоспроизведение объекта съемки, так как во время этого проявления определяется доля участия цветоделенных изображений в создании позитива. Проявляющие растворы, рекомендуемые заводами, изготовляющими цветные обрабатываемые фотоматериалы, различны и рассчитаны на получение балансируемых цветоделенных изображений.

Если нарушить режим обработки, позитивное обращенное изображение окажется цветоискаженным. Цветоискажения возникают из-за нарушения баланса цветоделенных изображений, так как три различных по свойствам светочувствительных слоя способны по-разному реагировать на состав раствора, его температуру и продолжительность проявления. Кроме того, некоторые проявляющие вещества взаимодействуют с краскообразующими веществами в слоях фотоматериала и тем самым влияют на цветовоспроизведение объекта в позитиве.

Засвечивание — образование позитивных цветоделенных скрытых изображений за счет экспонирования оставшихся галогенидов серебра в светочувствительных слоях фотоматериала. Засвечивание должно быть осуществлено так, чтобы все микрокристаллы могли принять участие в создании позитивного изображения. Техника засвечивания различна. Например, поместить катушку с фотопленкой в белый сосуд с водой и осветить воду мощной лампой так, чтобы диффузно-рассеянный свет равномерно действовал на фотопленку; размотать и повесить фотопленку, а затем с двух сторон на расстоянии около 1 м осветить ее лампой в 300—500 *вт* в течение 5—6 *мин*; размотанную фотопленку повесить в помещении с дневным светом на сутки и больше (засвеченную и высушенную фотопленку можно долго хранить, что весьма удобно), а затем продолжать обработку в растворах при неярком белом свете. Предварительно высушенную фотопленку замачивают в

течение 5 мин в воде температурой 18—20°. Если засветка была недостаточной, часть галогенида серебра будет не восстановлена в цветном проявителе, в результате обращенное изображение окажется малонасыщенным по цвету и слишком прозрачным. Избыточное засвечивание фотопленки на качество цветного изображения влияния не оказывает.

Второе проявление — образование частичных позитивных серебряных изображений и сопутствующих им одноцветных изображений из красителей. Для второго проявления применяют раствор, в котором проявляющим веществом может быть парааминодиэтиланилинсульфат или этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат и др. Обработку во втором проявляющем растворе ведут до получения полноценного цветного позитивного изображения. Оно будет в том случае, если состав раствора, его температура и продолжительность обработки соответствуют заводским рекомендациям. Недопроявление фотоматериала из-за истощенности проявителя, понижения температуры или сокращения времени обработки скажется на позитиве: изображение будет вялым и слабым по цвету. Перепроявление фотоматериала почти не влияет на качество цветного изображения, хотя оно может быть повышенной контрастности и плотности.

Отбеливание (окисление) — перевод металлического серебра, из которого состоят негативное и позитивное изображения, в соль серебра. Отбеливающий раствор должен действовать только на металлическое серебро и никак не влиять на красители, составляющие цветное изображение. Поэтому степень кислотности раствора строго нормируется, в качестве основного вещества применяют железосинеродистый калий или двуххромовокислый калий. Другие вещества, вводимые в раствор, способствуют ускорению процесса, его стабильности и т. д. Во время отбеливания фотоматериала цветное изображение постепенно становится видимым и цветонасыщенным. При неполном отбеливании цветное изображение будет повышенной плотности с приглушенными цветами; на фотопленке в отраженном свете изображение будет с коричневым налетом. Повторная обработка фотоматериала в отбеливающем растворе доведет процесс до конца.

Фиксирование — перевод солей серебра в легко растворимые соединения. Фиксирующий раствор может быть простым, содержащим только тиосульфат натрия,

и сложным, состоящим из веществ, способствующих протеканию процесса фиксирования, дублированию эмульсионного слоя фотоматериала.

**Водные промывки** — удаление из фотоматериала веществ раствора, которым он обрабатывался, способных испортить последующий раствор, а также растворимых солей серебра, возникших во время фиксирования фотоматериала. Водные промывки применяют после каждой обработки фотоматериала в растворе. Наиболее качественная промывка осуществляется в проточной воде. Особенно важна окончательная промывка, которая оберегает цветное изображение от разрушения.

Помимо этих основных операций в некоторых процессах предусмотрены дополнительные операции.

**Дублирование** — предотвращение сползания эмульсионного слоя во время обработки фотоматериала в воде. Для задубливания применяют вещества, повышающие прочность эмульсионного слоя и не влияющие на красители, из которых состоит цветное изображение: сернокислый магний, формалин и др. Сползание эмульсионного слоя обычно происходит при промывке фотоматериала в мягкой воде или при температуре раствора, выше рекомендованной.

**Прерывание проявления** — прекращение действия проявителя с целью предохранить фотоматериал от перепроявления, вуалирования, появления пятен и других нежелательных явлений, которые возникают при завышенном времени проявления. Прерывание проявления осуществляют кислыми растворами, строго нормированными по степени кислотности. Иногда эти растворы содержат вещества, растворяющие галогенид серебра, дубящие эмульсионный слой, и т. д.

**Стабилизация** — повышение сохранности цветного изображения. В состав стабилизирующих растворов всегда входит какое-либо дубящее вещество. Это дублирование предохраняет эмульсионный слой от повышенной влажности, под действием которой красители способны обесцвечиваться.

#### Первый проявляющий раствор

Вода (25—30°) . . . . .	700 мл
Трилон Б . . . . .	2 г
Бура . . . . .	15 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	40 г
Гидрохинон . . . . .	4,5 г
Фенидон . . . . .	0,25 г
Поташ . . . . .	20 г

Бромистый калий . . . . .	2 г
Роданистый калий . . . . .	2,5 г
Йодистый калий . . . . .	0,01 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность проявления — 10 мин при температуре  $25 \pm 0,3^\circ$ . Промывка в проточной воде — 1—2 мин при температуре 12—18°.

#### Прерывающий раствор

Вода . . . . .	700 мл
Уксуснокислый натрий кристаллический . . . . .	15 г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	25 мл
Вода . . . . .	до 1 л

или

Вода . . . . .	700 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	20 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность обработки — 2 мин при температуре 19—21°. Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 12—18°. Засветка с обеих сторон фотопленки — 5—8 мин лампой накаливания 75 *вт* на расстоянии 1 м.

#### Второй проявляющий раствор

##### Раствор А

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г
Гидроксиламинсульфат . . . . .	1,2 г
Парааминодиэтиланилинсульфат . . . . .	4 г
Вода . . . . .	до 500 мл

##### Раствор Б

Вода (22—25°) . . . . .	400 мл
Трилон Б . . . . .	1 г
Поташ . . . . .	75 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	2 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 500 мл

Рабочий раствор готовят сливанием растворов при непрерывном перемешивании. Продолжительность проявления — 10 мин при температуре  $25 \pm 0,3^\circ$ . Промывка в проточной воде — 20 мин при температуре 12—18°.

#### Отбеливающий раствор

Вода (25—30°) . . . . .	700 мл
Железосинеродистый калий . . . . .	100 г
Бромистый калий . . . . .	35 г
Фосфорнокислый калий однозамещенный . . . . .	5,8 г
Фосфорнокислый натрий двухзамещенный . . . . .	4,3 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 5 мин при температуре 19—21°. Промывка в проточной воде — 5 мин при температуре 12—18°.

#### Фиксирующий раствор

Вода (60—70°) . . . . .	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	160 г
Сернистый аммоний . . . . .	80 г
или хлористый аммоний . . . . .	40 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 5 мин при температуре раствора 19—21°.

#### Обработка черно-белых образаемых фотоматериалов

Существует несколько процессов для получения изображений на образаемых фотоматериалах. Стандартный процесс предусматривает одиннадцать операций и требует продолжительности обработки от 60 до 100 мин; упрощенный процесс состоит из шести-семи операций и обработка фотоматериала продолжается от 40 до 70 мин; ускоренный процесс осуществляется за 20—30 мин.

При стандартном процессе обработки образаемых фотоматериалов проводят следующие операции.

Первое проявление — образование видимого негативного изображения за счет восстановления галогенида серебра, экспонированного во время съемки в металлическое серебро. Первое проявление является самой важной операцией при получении обращенного изображения, так как определяет его плотность и контрастность. В качестве проявителя применяется раствор, содержащий большое количество проявляющих веществ: едкую щелочь, иногда в комбинации с углекислой щелочью, увеличивающей энергию раствора; роданистый калий, повышающий светочувствительность фотоматериала; сульфат натрия, дубящий эмульсионный слой, и другие вещества, обеспечивающие нормальный процесс проявления. В целях сокращения времени проявления обработку можно вести при повышенной температуре раствора.

Отбеливание (окисление) — разрушение негативного изображения, состоящего из металлического серебра и коллоидного серебра, которое содержит противореольный слой фотоматериала. В отбеливающий раствор входят двуххромовокислый калий или марганцовокислый

калий и серная кислота. Во время обработки в растворе эмульсионный слой фотоматериала постепенно светлеет и приобретает желто-бурую окраску, после появления которой все последующие операции можно вести при белом неярком освещении. Процесс отбеливания считается законченным, когда исчезнут следы негативного изображения.

**О с в е т л е н и е** — удаление желтой окраски от оставшихся веществ отбеливающего раствора. Осветляющий раствор содержит очень большое количество сульфита натрия. Во время обработки в растворе эмульсионный слой постепенно теряет желто-бурую окраску. Процесс считается законченным, когда окраска полностью устранена и на просвет (если это фотопленка) хорошо видно позитивное изображение. Осветляющий раствор в процессе использования быстро теряет свою силу, поэтому его необходимо часто менять.

**З а с в е ч и в а н и е** — образование скрытого позитивного изображения за счет экспонирования оставшихся галогенидов серебра в фотоматериале. Наилучший способ засвечивания — освещение фотоматериала диффузно-рассеянным светом, например в белом сосуде с водой, куда помещают катушку с фотопленкой. Засветка должна быть такой, чтобы обеспечить участие почти всех микрокристаллов галогенида серебра в образовании позитивного изображения. В редких случаях плотность позитивного изображения регулируют дозированием засветки. Для этого процесс обработки ведут по пробам, экспонированным различно, и выбирают по ним засветку фотоматериала. Засвеченный фотоматериал приобретает сиреневый оттенок.

**В т о р о е п р о я в л е н и е** — образование видимого позитивного изображения восстановлением галогенида серебра, экспонированного во время засвечивания, в металлическое серебро. Для второго проявления применяют раствор, подобный первому раствору, но без роданистого калия, так как он во время второго проявления образует вуаль на обращенном изображении. Обработку во втором проявляющем растворе ведут до получения полноценного позитивного изображения; опасности передержать в растворе нет. Если позитивное обращенное изображение оказалось с зеленоватым оттенком, второй проявляющий раствор следует разбавить водой 1 : 1.

**Ф и к с и р о в а н и е** — перевод галогенида серебра, не участвовавшего в образовании изображения, в растворимые соли. Фиксирующий раствор может быть про-

с т ы м, содержащим только тиосульфат натрия, н с л о ж н ы м, имеющим ряд веществ, способствующих процессу фиксации или дублирования эмульсионного слоя материала.

В о д н ы е п р о м ы в к и осуществляют для удаления из фотоматериала веществ обрабатывающего раствора, способных испортить последующий раствор, а также для удаления растворимых солей серебра, возникших во время фиксации фотоматериала. Водные промывки применяют после каждой обработки фотоматериала в растворе. Наиболее качественная промывка осуществляется в проточной воде. Особенно важна окончательная промывка, оберегающая изображение от разрушения.

При у п р о щ е н н о м процессе обработки обрабатываемых фотоматериалов засветку фотоматериала, второе его проявление, промежуточные промывки между ними и фиксирование заменяют одной операцией — ч е р н е н и е м. Растворы, применяемые для чернения, обладают способностью переводить галогенид серебра в металлическое серебро без засветки фотоматериала. В качестве основных веществ в этих растворах применяют гидросульфит натрия, тиомочевину или сернистый натр. Обращенное изображение, в зависимости от раствора, использованного для чернения, может быть черно-белым или коричневым.

Ускоренные процессы обработки обрабатываемых фотоматериалов предусматривают применение концентрированных и энергичных растворов, работающих при повышенной температуре. Наилучшие результаты достигаются в тех случаях, когда фотоматериал правильно экспонирован во время съемки, а процесс его обработки соответствует рекомендациям завода-изготовителя.

Однако как съемка, так и обработка фотоматериала, например позитивной фотопленки, могут несколько отклоняться от обычных режимов. В этом случае необходимо определить режимы обработки фотоматериала, которые обеспечили бы получение доброкачественного обращенного изображения. Режимы устанавливают с помощью сенситометрической аппаратуры. Когда нет возможности пользоваться этой аппаратурой, режим определяют с помощью экспонogramм, содержащих ряд изображений какого-либо объекта, экспонированного с несколькими различными диафрагмами объектива или с несколькими выдержками затвора. Таких одинаковых экспонogramм должно быть три.

Если процесс предусматривает обработку фотоматериала в первом проявляющем растворе 10 мин, то для уточнения

режима в этом растворе первую экспонোগрамму проявляют 8 мин, вторую — 10 мин, третью — 12 мин. Остальные операции для всех экспонোগрамм должны быть стандартными.

В обработанных экспонোগраммах выбирают изображения, наилучшим образом воспроизводящие объект съемки. Изображение должно быть достаточно плотным, контрастным и без какого-либо почернения на светлых деталях объекта. Отсутствие прозрачных участков в изображении свидетельствует о недостаточном времени обработки фотоматериала в первом проявляющем растворе. Наоборот, при завышенном времени обработки фотоматериала в первом проявляющем растворе участки, воспроизводящие темные детали объекта, будут недостаточно плотными (черными). Все изображение окажется малой плотности и без проработки деталей.

### СТАНДАРТНЫЙ ПРОЦЕСС

#### Первый проявляющий раствор

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	2 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	25 г
Гидрохинон . . . . .	14 г
Поташ . . . . .	40 г
Бромистый калий . . . . .	2 г
Роданистый калий . . . . .	2,5 г
Сульфат натрия . . . . .	10 г
Едкий натр . . . . .	2 г
Вода . . . . .	до 1 л

Едкий натр растворяют отдельно в 100 мл холодной воды и медленно приливают к общему раствору при энергичном перемешивании. Продолжительность проявления — 8—12 мин при температуре  $20 \pm 0,5^\circ$ . Промывка в проточной воде — 5—10 мин при температуре  $13—20^\circ$ .

#### Отбеливающий раствор

Вода . . . . .	700 мл
Двухромовокислый калий . . . . .	5 г
Серная кислота концентрированная . . . . .	5 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 5—7 мин при температуре раствора  $16—20^\circ$ . Промывка в проточной воде — 7—10 мин при температуре  $13—20^\circ$ .

#### Осветляющий раствор

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность освещения — 5—7 мин при температуре раствора 16—20°. Промывка в проточной воде — 5—7 мин при температуре 13—20°. Засветка с обеих сторон фотопленки — 5—8 мин лампой накаливания 75 вт на расстоянии 1 м.

#### Второй проявляющий раствор

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	5 г
Сульфит натрия безводный	40 г
Гидрохинон	6 г
Поташ	40 г
Бромистый калий	2 г
Вода	до 1 л

Продолжительность проявления — 6—8 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 1—2 мин при температуре 13—20°.

#### Фиксирующий раствор

Вода (40—60°)	700 мл
Тиосульфат натрия кристаллический	200 г
Метабисульфит калия	40 г
Вода	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 5—6 мин при температуре 15—20°. Промывка в проточной воде — 15—20 мин при температуре 13—20°.

#### УСКОРЕННЫЙ ПРОЦЕСС

##### Первый проявляющий раствор

Вода (30—45°)	700 мл
Сульфит натрия безводный	50 г
Гидрохинон	20 г
Бромистый калий	18 г
Родантный калий	6 г
Едкий натр	12 г
Фенидон	1 г
Вода	до 1 л

Едкий натр растворяют отдельно в 100 мл холодной воды и медленно приливают в общий раствор при перемешивании. Фенидон растворяют в части общего раствора, нагретого до 50—60°, затем этот раствор приливают к общему раствору.

Продолжительность проявления — 2—4 мин при температуре  $22 \pm 0,5^\circ$ . Промывка в проточной воде — 2 мин при температуре 18—22°.

### Отбеливающий раствор

Вода . . . . .	700 мл
Двухромовокислый калий . . . . .	9,5 г
Серная кислота концентрированная . . . . .	10 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность отбеливания — 2 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 2 мин при температуре 18—20°.

### Осветляющий раствор

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	100 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность осветления — 2 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 2 мин при температуре 18—20°. Засветка — 2—3 мин лампой накаливания 200—300 *вт* на расстоянии 1 м.

### Второй проявляющий раствор

Приготавливается раствор по рецепту первого проявляющего раствора без роданистого калия.

Продолжительность проявления — 2 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 2 мин при температуре 18—20°.

### Фиксирующий раствор

Вода (50—60°) . . . . .	600 мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	250 г
Метабисульфит калия . . . . .	35 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность фиксирования — 2 мин при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 4—8 мин при температуре 18—20°.

### ПРОЦЕССЫ БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЗАСВЕТКИ ФОТОМАТЕРИАЛА

#### Первый проявляющий раствор (для процесса с гидросульфитом)

Вода (30—40°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	2 г
Гидрохинон . . . . .	8 г

Сульфит натрия безводный . . . . .	25 г
Поташ . . . . .	50 г
Бромистый калий . . . . .	4 г
Роданистый калий . . . . .	5 г
Вода . . . . .	до 1 л
(для процесса с тиомочевинной)	
Вода (30—40°) . . . . .	700 мл
Метол . . . . .	10 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	45 г
Сода кальцинированная . . . . .	60 г
Бромистый калий . . . . .	1 г
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность проявления: 5—7 мин — для процесса с гидросульфитом натрия, 12—14 мин — для процесса с тиомочевинной; температура раствора 19—20°. Промывка в проточной воде — 5—6 мин при температуре 16—20°.

#### Отбеливающий раствор (для процесса с гидросульфитом)

Вода . . . . .	700 мл
Двухромовокислый калий . . . . .	5 г
Серная кислота концентрированная . . . . .	5 мл
Вода . . . . .	до 1 л
(для процесса с тиомочевинной)	
Вода . . . . .	700 мл
Двухромовокислый калий . . . . .	10 г
Серная кислота концентрированная . . . . .	20 мл
Вода . . . . .	до 1 л

Продолжительность промывки в проточной воде — 7—10 мин при температуре 16—20°.

#### Осветляющий раствор

Вода (30—45°) . . . . .	700 мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	50 г
Вода . . . . .	до 1 л

#### Чернящий раствор (для процесса с гидросульфитом)

Гидросульфит натрия . . . . .	20 г
Вода . . . . .	до 1 л

Раствор готовится непосредственно перед использованием на одну операцию.

#### (для процесса с тиомочевинной)

Вода . . . . .	700 мл
Тиомочевина . . . . .	8 г
Едкий натр . . . . .	30 г
Вода . . . . .	до 1 л

Едкий натр растворяют отдельно в 150 мл холодной воды и затем приливают в общий раствор при перемешивании. Продолжительность чернения — 3—4 мин при температуре 16—20°. Промывка в проточной воде — 20—25 мин при температуре 16—20°.

### Обработка реверсивной фотобумаги

#### Проявляющий раствор

Вода (30—45°)	500 мл
Сульфит натрия безводный	80 г
Гидрохинон	40 г
Бромистый калий	6 г
Едкое кали	52 г
Вода	до 1 л

Едкое кали растворяют отдельно в 300 мл холодной воды и медленно приливают в общий раствор при перемешивании.

Перед использованием раствор разбавляют водой в соотношении 1 : 1. Продолжительность проявления — 2—3 мин при температуре 21—22°. Промывка в проточной воде — 1 мин при температуре 18—20°.

#### Отбеливающий раствор

Вода	700 мл
Двухромовокислый калий	160 г
Серная кислота концентрированная	320 мл
Вода	до 1 л

Отбеливающий раствор после двухдневного отстаивания перед использованием разбавляется водой в соотношении 1 : 7.

Продолжительность отбеливания — 50 сек при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 1 мин при температуре 18—20°.

#### Осветляющий раствор

Вода (30—45°)	700 мл
Сульфит натрия безводный	100 г
Вода	до 1 л

Продолжительность осветления — 50 сек при температуре 18—20°. Промывка в проточной воде — 1 мин при температуре 18—22°.

### Чернящий раствор

Вода . . . . .	700 <i>мл</i>
Сернистый натрий . . . . .	10 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>
или	
Вода . . . . .	700 <i>мл</i>
Тиомочевина . . . . .	10 <i>г</i>
Едкое кали . . . . .	60 <i>г</i>
Вода . . . . .	до 1 <i>л</i>

Продолжительность обработки в восстанавливающем растворе — 50 *сек* при температуре 10—20°. Промывка в проточной воде — 5—10 *мин* при температуре 18—22°.

Цветные и черно-белые обрабатываемые фотоматериалы обрабатывают в сосудах, которыми пользуются при работе с негативными и позитивными фотоматериалами.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОПИЙ

С диапозитива, полученного на обрабатываемой фотопленке, можно изготовить копию различными способами: копированием диапозитива на обрабатываемую фотопленку или фотобумагу или через промежуточный негатив (контратип) на обычный позитивный фотоматериал и т. д. Чтобы копия не оказалась с зеркально-перевернутым изображением, ее печатают в контакте с подложкой диапозитива или проекционным способом.

Для контактного экспонирования диапозитива на фотоматериал пользуются копировальной рамкой, копировальным станком или другими подобными приборами.

Копии оптическим способом могут быть сделаны в масштабе 1 : 1 и с увеличением изображения. В зависимости от вида копии, либо репродуцируют диапозитив фотоаппаратом, обычно зеркальным и приспособленным для макросъемки, либо печатают изображение с помощью фотоувеличителя.

При изготовлении цветных копий приборы для экспонирования должны иметь устройство, в которое можно поместить корректирующие светофильтры, применяемые во время печатания цветного изображения.

Диапозитив, предназначенный для копирования, должен иметь хорошо проработанное изображение без вуали и повреждений. Поэтому копии обычно изготавливают с того же сделанного диапозитива.

**Копия, полученная обращением.** Чтобы изготовить копию с диапозитива, его репродуцируют фотоаппаратом на цветную обращаемую позитивную фотопленку или печатают фотоувеличителем на цветную обращаемую фотобумагу. Во время экспонирования диапозитива применяют корректирующие светофильтры, которыми пользуются при цветном негативно-позитивном процессе. Эти светофильтры балансируют фотобумагу к диапозитиву, а также устраняют цветоискажения в диапозитивном изображении.

Корректирующие светофильтры подбирают по следующему правилу: избыточный цветовой тон в копии устраняется корректирующим светофильтром того цвета, которого недостаточно в позитивном изображении (табл. 29).

Т а б л и ц а 29

Недостаток цвета в позитиве	Избыток цвета в позитиве	Цвет корректирующих светофильтров *
Синий	Желтый	Пурпурный + голубой
Зеленый	Пурпурный	Желтый + голубой
Красный	Голубой	Желтый + пурпурный
Желтый	Синий	Желтый
Пурпурный	Зеленый	Пурпурный
Голубой	Красный	Голубой
Желто-зеленый	Фиолетовый	Желтый + голубой
Сине-голубой	Оранжевый	Пурпурный + голубой

\* Цвет корректирующих светофильтров должен быть тем плотнее, чем больше нужно усилить цвет в позитиве.

По этому правилу вводимый во время печатания диапозитива корректирующий светофильтр увеличивает интенсивность недостающего цветового тона и одновременно понижает интенсивность мешающего цветового тона.

Техника подбора корректирующих светофильтров и экспозиции аналогична применяемой в негативно-позитивном цветном процессе (стр. 255). Вследствие того что обращаемые позитивные фотоматериалы имеют малую фотографическую широту, экспонирование их должно быть очень точным. Чтобы не нарушить баланс в цветном изображении, используемый источник света должен быть строго стандартным по цветовой температуре. При неправильных экспозициях позитив оказывается неудовлетворительным:

избыточная экспозиция является причиной получения изображения малой плотности и с блеклыми цветами; при недостаточной экспозиции изображение будет повышенной плотности с трудно различимыми цветами.

Фотографическую обработку обрабатываемых материалов ведут в строго соблюдаемых режимах, рекомендованных заводом-изготовителем.

Иногда позитивы с цветных диапозитивов изготавливают на обычной цветной фотобумаге, но изображение на такой фотобумаге редко бывает доброкачественным.

При использовании цветной фотобумаги «Фотоцвет-1» рекомендованы следующие режимы обработки (табл. 30).

Т а б л и ц а 30

Наименование операции	Продолжительность операции, мин	Температура раствора и воды, °С
Черно-белое проявление	15	$18 \pm 0,5$
Водная промывка	0,5	9—13
Дубление	3	17—19
Водная промывка	5	9—13
Засветка	2 (500-вт лампа на расстоянии 0,5 м)	
Цветное проявление	5	$18 \pm 0,5$
Водная промывка	5	9—13
Первое фиксирование	10	17—19
Отбеливание	10	17—19
Водная промывка	5	9—13
Второе фиксирование	5	17—19
Водная промывка	20	9—13

Для обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-1» рекомендованы следующие растворы.

#### Проявляющий раствор

(для черно-белого проявления)

Вода (30—45°)	700 мл
Метол	3 г
Сульфит натрия безводный	50 г
Гидрохинон	5 г
Сода кальцинированная	20 г
Бромистый калий	1 г
Трилон Б	1 г
Вода	до 1 л

(для цветного проявления)

Вода (30°) . . . . .	700	мл
Трилон Б . . . . .	2	г
Гидроксиламинсульфат . . . . .	2	г
Этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат . . . . .	4,5	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	2	г
Поташ . . . . .	80	г
Бромистый калий . . . . .	0,5	г
Вода . . . . .	до	1 л

#### Дубящий раствор

Вода (25—30°) . . . . .	700	мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	30	г
Уксусная кислота ледяная . . . . .	10	мл
Сульфит натрия безводный . . . . .	10	г
Вода . . . . .	до	1 л

#### Фиксирующий раствор

(для первого фиксирования)

Вода (60—70°) . . . . .	700	мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	10	г
Метабисульфит калия . . . . .	15	г
Вода . . . . .	до	1 л

(для второго фиксирования)

Вода (60—70°) . . . . .	700	мл
Тиосульфат натрия кристаллический . . . . .	200	г
Сульфит натрия безводный . . . . .	2	г
Борная кислота . . . . .	15	г
Вода . . . . .	до	1 л

#### Отбеливающий раствор

Вода . . . . .	700	мл
Железосинеродистый калий . . . . .	30	г
Вода . . . . .	до	1 л

Получение обращенного изображения на цветной фотобумаге тип «Фотоцвет-1» возможно лишь при строгом соблюдении режима обработки. Нарушение режима приводит к цветоискажению изображения, появлению темных пятен, плотной вуали и т. д.

Обработка цветной фотобумаги должна происходить в свежих, неистощенных растворах. После первой водной промывки фотобумаги перед ее засветкой следует удалить с поверхности эмульсионного слоя капли воды ватным тампоном.

**Копия, полученная контратипированием.** С цветного диапозитива можно сделать позитив на обычной цветной фотобумаге или фотопленке, обрабатываемых также обычными способами. Для этого с цветного диапозитива изготовляют контратип печатанием изображения на цветную дубльнегативную фотопленку, имеющую маски в светочувствительных слоях. Во время печатания контратипа возможно применение корректирующих светофильтров, если диапозитивное изображение необходимо исправить. Однако подбор корректирующих светофильтров сложен, так как их действие приходится оценивать по негативному изображению в контратипе или изготовлять с него пробные позитивы.

Экспонирование дубльнегативной фотопленки и ее обработка должны проводиться с большой точностью. Техника печатания с контратипа на цветную фотобумагу и цветную фотопленку одинакова с применяемой при цветном негативно-позитивном процессе.

Применение контратипирования целесообразно в тех случаях, если возникает необходимость в получении большого количества копий с диапозитива или если нужно изменить размер оригинального изображения.

**Копия, полученная с цветоделенных контратипов.** Изображение в цветном диапозитиве разрушается под действием света и во время длительного хранения, особенно в неблагоприятных условиях. Для архивного хранения изображения, а также для большого тиражирования с цветного диапозитива изготовляют три черно-белых цветоделенных контратипа, которые отлично сохраняются и с которых вновь можно отпечатать доброкачественные цветные изображения.

Чтобы сделать цветоделенные контратипы, с цветного диапозитива печатают изображение на черно-белую панхроматическую дубльнегативную или негативную мелкозернистую фотопленку отдельно через три зональных светофильтра: синий, зеленый и красный. Каждый из контратипов должен быть отпечатан с правильной экспозицией, которую устанавливают по ступенчатым экспозиционным пробам. При выборе экспозиции следят за тем, чтобы она обеспечивала в контратипах проработку всех деталей изображения. Контратипы обрабатывают до одинаковой контрастности, для чего пользуются черно-белым выравнивающим проявителем. В случае необходимости контрастность цветоделенных изображений можно регулировать изменением продолжительности проявления контратипа.

Печатание цветного позитива с отдельных контратипов ведут через те же светофильтры, которые применялись при контратипировании диапозитива. При печатании контратипов изображения должны быть точно совмещены, для чего на диапозитиве делают пометки, по которым контролируют совмещение. С контратипов можно получить изображение на позитивной фотопленке и на цветной фотобумаге. Техника обработки их одинакова с обработкой по негативно-позитивному процессу.

Напомним, что при печатании контратипов с диапозитива последний должен быть обращен эмульсионным слоем к источнику света в фотоувеличителе, иначе получится зеркальное изображение объекта съемки.

**Черно-белая копия с цветного диапозитива.** С цветного диапозитива можно изготовить доброкачественный по тоновоспроизведению черно-белый позитив только в том случае, если цветное изображение репродуцировать на сенсibilизированный фотоматериал.

Репродуцирование диапозитива производят фотоаппаратом, фотоувеличителем или другим прибором, приспособленным для макросъемки. В качестве фотоматериала может быть использована негативная фотопленка «Фото-32», фототехническая пленка ФТ-22 и другие панхроматические фотоматериалы. Контратип должен быть несколько переэкспонирован и немного недопроявлен, тогда изображение на нем будет не контрастным с хорошо проработанными деталями. Условия экспонирования диапозитива и режим фотографической обработки контратипа устанавливают по экспонограммам.

С контратипа обычным способом изготавливают копии на фотобумаге разного размера в нужном количестве.

#### **Черно-белые копии**

**Копия, полученная по процессу обращения.** С черно-белого диапозитива можно получить копию на обращаемой или на обычной позитивных фотопленках. Для обычной позитивной фотопленки следует подобрать режим фотографической обработки по экспонограммам. Для обработки применяют растворы, рекомендованные для обрабатываемых фотопленок.

Обращенное позитивное изображение можно получить и на обычной фотобумаге, следует лишь очень точно подобрать условия экспонирования диапозитива и режим фото-

графической обработки. При неправильном подборе фотобумаги обращенное изображение может оказаться пятнистым, затянутым серой вуалью.

Для получения обращенного изображения на обычной фотобумаге рекомендуют следующий режим обработки: экспонирование устанавливают по экспонограммам, отпечатанным с диапозитива, с выдержками: 4, 8, 12, 16, 20, 25, 30, 40, 50 и 60 сек;

первое проявление	— 4— 6 мин;
водная промывка	— 4— 6 мин;
отбеливание	— 4— 6 мин;
водная промывка	— 4— 6 мин;
осветление	— 4— 6 мин;
водная промывка	— 8— 20 мин;

сушка на стекле, так как на мокром листе фотобумаги изображение засвечивается неравномерно;

экспонирование лампой накаливания в 100 *вт* на расстоянии 1 м в течение 3—5 мин. Детали, которые на изображении должны получиться совершенно белыми, при засвечивании принимают фиолетовую окраску;

второе проявление	— 4— 6 мин;
водная промывка	— 4— 6 мин;
фиксирование	— 4— 6 мин;
водная промывка	— 15—20 мин;

Для обработки фотобумаги рекомендуются следующие растворы.

#### Проявляющий раствор

(для первого и второго проявления)

Вода (30—45°)	700 мл
Сульфит натрия безводный	20 г
Гидрохинон	30 г
Поташ	60 г
Бромистый калий	6 г
Вода	до 1 г

#### Отбеливающий раствор

Вода	700 мл
Двухромовокислый калий	5 г
Серная кислота концентрированная	5 мл
Вода	до 1 л

#### Осветляющий раствор

Сульфит натрия безводный	50 г
Вода	до 1 л

Фиксирование ведут в кислом растворе, применяемом для обработки фотобумаги.

Режим обработки и растворы должны быть уточнены по экспонограммам, в которых выбирают наилучшее изображение (белые детали — без вуали, черные — глубоко-черного тона). Режимы и растворы зависят от свойств фотобумаги, характера изображения и т. д. Промывка фотобумаги должна быть энергичной и в проточной воде. Температура растворов — 18—20°.

**Копия, полученная контрапированием.** С черно-белого диапозитива можно сделать позитив на обычной фотобумаге. Для этого с диапозитива изготовляют контратип печатанием изображения на дубльнегативную или фототехническую пленку, на диапозитивную или репродукционную фотопластинку. Выбор фотоматериала для контратипа зависит от характера изображения. Полутоновые изображения печатают на дубльнегативную фотопленку, штриховые — на фототехническую пленку или фотопластинку. Фотографическая обработка контратипа зависит также от характера изображения: полутоновые изображения обрабатывают в мягкороботающем проявителе, штриховые — в контрастно-роботающем.

Контратип экспонируют и обрабатывают так, чтобы все детали диапозитивного изображения были хорошо проработаны. Копию печатают с контратипа на фотобумагу, обрабатываемую обычным способом.

Этот метод изготовления копий широко применяется, так как позволяет получить позитивы в любом количестве и любого размера, причем с более мелкой зернистостью изображения, чем изготовленные по негативно-позитивному процессу.

## **ПРОЕКЦИЯ ДИАПОЗИТИВОВ**

Для показа диапозитивов применяют д и а п р о е к т о р, представляющий собой оптико-механический прибор, проецирующий увеличенное изображение на экран.

Широкое распространение диапозитивов явилось причиной появления чрезвычайно большого количества диапроекторов, различных по конструкции и применению. Они бывают очень простые, рассчитанные на индивидуальный просмотр диапозитива, и весьма сложные, снабженные приспособлениями, обеспечивающими автоматический показ изображений в больших аудиториях.

Диапроекторы оценивают по их сложности и разделяют на приборы простого, среднего, высокого и наивысшего класса.

Приборы простого класса — диапроекторы, предназначенные для показа диапозитивов на небольшом экране, освещаемом проекционной лампой. В таких диапроекторах предусмотрена ручная наводка объектива на резкость и ручная смена кадров в двухпозиционной рамке (рис. 100).

Приборы среднего класса — диапроекторы, рассчитанные на показ изображений на большом экране, освещаемом проекционной лампой, иногда галогенной. В этих диапроекторах осуществлена полуавтоматическая смена диапозитивов, для чего их закладывают в виде пачки или набора в специальную кассету, которую затем рукой перемещают в приборе (рис. 101).

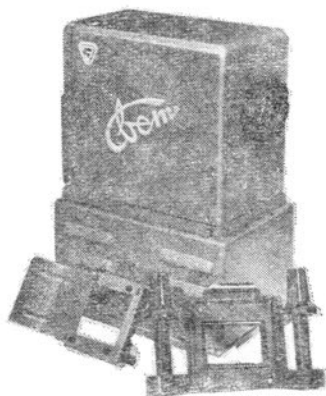


Рис. 100  
Диапроектор «Свет»

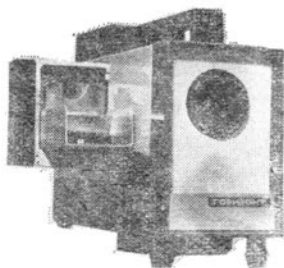


Рис. 101  
Диапроектор «Горизонт»

Приборы высокого класса — диапроекторы, используемые для демонстрации диапозитивов в больших аудиториях, экраны которых освещаются мощными источниками света, простыми или галогенными, иногда с воздушным обдувом кадра, защищающим диапозитивы от перегрева. Кассеты для диапозитивов бывают прямоугольной и круглой формы. Круглые кассеты более громоздки, но имеют большую емкость и позволяют показывать диапозитивы непрерывно повторяющимися циклами. Смена диа-

позитивов автоматическая и производится от электропривода, имеющего дистанционное управление (рис. 102). В некоторых приборах этого класса есть устройство, позволяющее фокусировать объектив на расстоянии, например в случае, если демонстратор находится вблизи экрана.

Приборы наивысшего класса — диапроекторы, имеющие дистанционное управление, автоматическую наводку объектива на резкость и автоматическую смену диапозитивов в прямом и обратном направлениях. Источник света, примененный в приборе, рассчитан на освещение большого экрана. Диапозитив и лампа охлаждаются интенсивным воздушным обдувом.

Для демонстрации диапозитивы помещают в картонные, пластмассовые или металлические рамки, а иногда между двумя стеклами. При любом монтаже диапозитивов

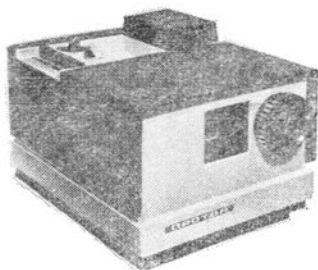


Рис. 102  
Диапроектор «Протон»

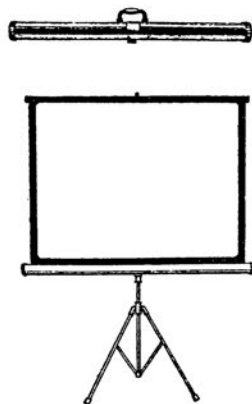


Рис. 103  
Экран для проекции диапозитивов

их всегда следует располагать одинаково. Кроме того, на рамках нужно сделать четкий знак, указывающий, как поместить диапозитив в прибор, чтобы на экране не получилось перевернутое или зеркальное изображение.

В тех случаях, когда изображение в цветном диапозитиве имеет небольшое цветоискажение, при его монтаже можно вставить в рамку цветной светофильтр, например из окрашенного целлофана, который устранил это цветоискажение.

Проекцию диапозитивов ведут на экран (рис. 103), изготовленный из тисненого пластика или белой ткани, которые создают диффузное светораспределение.

Когда проекция производится в незатемненном полностью помещении, может быть дополнительная засветка экрана. Паразитная засветка оказывает влияние на контрастность и цветонасыщенность проецируемого изображения и особенно на различаемость темных деталей объекта. Чем интенсивнее проекция, тем выше насыщенность цветного изображения и тем меньше оно зависит от паразитного освещения экрана.

## А

Автоматические устройства в фотоаппарате 49  
 Автоспуск 35  
 Адаптер 31  
 Адсорбция 62  
 Азотнокислое серебро 61  
 Амидол 120, 158  
 Аммоний надсернистый 151  
 — роданистый 153  
 — хлористый 158  
 Апостильб 5  
 Атмосфера 13  
 Ахроматические цвета 9

## Б

База дальномера 46  
 Бактериологическое разложение 64  
 Баланс контрастности 74  
 — чувствительности 70, 73  
 Балансирование цветного фото-материала 70, 112  
 — частичных изображений 156, 256  
 Баритовый слой 65  
 Бачки для растворов 186, 191

Бензин 293

Бензотриазол 126, 158

Бесконечность фотографическая 92

Бесцветное краскообразующее вещество 120

Бисульфит натрия 126, 133

Бромистоводородная кислота 124

Бромистый калий 61, 126

Бумага фотографическая 185, 186, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 236

Бумажная подложка 64

Бура 123

Буферная емкость 124

## В

Ванночки 190

Ведущее число 19

Верный затвор 38

Видимое фотографическое изображение 118

Видоискатель зеркально-телескопический 41

— зеркальный внутрикамерный 41

— — надкамерный 40

— рамочный 40

— сменный 42

— телескопический 41  
— универсальный 41  
Визуальная фотографическая  
плотность 153  
Виньетирование 37  
Влагопоглощающие вещества  
114  
Водородный показатель (рН)  
123, 145  
Водосмягчающие вещества 128  
Восстановление 219  
Восстанавливающий раствор  
165  
Восстановление изображения  
219  
Впечатывание изображения  
237  
Время экспонирования 35  
Вуаль 80, 126  
Выбор негатива и подготовка к  
печатанию 244  
Выдержка 96  
Вытравление изображения 300

## Г

Галогениды серебра 139  
Гамма 74  
Гарантийный срок хранения фо-  
томатериала 85  
Гексаметафосфат калия 127  
Гексаметафосфат натрия 127  
Гидразин 128  
Гидроксиламинсульфат 126, 158  
Гидросульфит натрия 160  
Гидрохинон 120, 158  
Гиперфокальное расстояние 92  
Гипосульфит 128  
Главные плоскости объектива 22  
— точки объектива 22  
Глицерин 306  
Глицин 121  
Глубина резко изображаемого  
пространства 91  
Глянцевание фотобумаги 291  
Голодное проявление 135  
Голокопия 305  
Голубой объектив 27  
ГОСТ на фотоматериалы 67

## Д

Дальномер 39, 45  
Двунариевая соль этиленди-  
аминтетрауксусной кислоты  
127

Двухобъективный зеркальный  
фотоаппарат 55  
Действующее отверстие объек-  
тива 23  
Декстрин 294  
Денситометр 68  
Джоуль 19  
Диаметр действующего отвер-  
стия 23  
Диапозитив 284  
Диапроектор 336  
Диафрагма объектива 24  
ДИН 67  
Диоптрийное устройство 42  
Диоптрия 95  
Диффузионный фотографичес-  
кий процесс 137  
Дихроичная вуаль 127  
Диэтилпарафенилендиамин-  
сульфат 122  
Длиннофокусный объектив 29  
Допроявление 146  
Дублирование 142, 319  
Дубликат негатива 244  
Дубящие растворы 145  
Дымка воздушная 104

## Е

Единица светочувствительности  
68  
Естественный свет 12

## Ж

Желатина 61  
Желтый светофильтровый слой  
63  
Жесткость воды 128

## З

Закон взаимозаместимости 112  
Закрепление изображения 139  
Засвечивание при процессе обра-  
щения 317, 322  
Заслонки для печатания 253  
Затвор верный 38  
— центральный 35  
— шторный 37  
— электронный 36  
Защитные покрытия 66  
Зеленочувствительная эмульсия  
63  
Зеркало моргающее 47

Зеркальные лампы 15  
Зерна металлического серебра 119  
Зернистость изображения 66, 82, 166  
Зональная чувствительность 63  
Зональные светофильтры 264

## И

Избирательное действие проявителя 126  
Измерение освещенности 99  
Измерение яркости 100  
Изображение видимое 118  
— зеркальное 40  
— негативное 173  
— обращенное 308  
— оптическое 22  
— панорамное 295  
— позитивное 223  
— скрытое 111, 113  
— стереоскопическое 35  
— фотографическое 61  
— цветodelенное 120  
— цветосеребряное 120  
Изогелия 301  
Изопанхроматический фотоматериал 63  
Изохроматический фотоматериал 63  
Иммерсионное печатание 306  
Индикатор 124  
Интервал экспозиций 79  
— яркостей объекта 5, 7, 8  
Инфрахроматический фотоматериал 63, 110  
Искажение перспективы 265  
— цвета 73  
Искусственное освещение 14  
Исправление изображения 150, 151, 155, 156  
— цветопередачи 255  
Испытание фотоматериалов 67  
Источник света 11  
Истошение фотографического раствора 165  
Йодистый калий 126, 133, 153  
Йодная лампа 16

## К

Кадрирование 242  
Кадровое окно 34  
Казени 294  
Кали едкое 123, 158

Калий бромистый 126  
— двухромовокислый 151  
— железосинеродистый 151, 153, 158  
— марганцовокислый 148, 158  
— роданистый 127, 128  
— углекислый 123, 158  
Калькулятор экспонометра 97  
Кальциевая сетка 148  
Камера фотоаппарата 32  
Кассеты 32, 33  
Квасцы алюмокалиевые 142  
— железоаммонийные 286  
— хромокалиевые 142  
Киолампы 15  
Кинопленки 174  
Кислота борная 127  
— лимонная 127  
— серная 141, 151, 158  
— соляная 158  
— уксусная 148, 158  
Клей для фотобумаги 294  
Клинья фокусирующие 44  
Компенсированные добавки 165  
Контактное печатание 243  
Контраст изображения 74  
Контрастность 74, 225  
Контратип 244, 301  
Контратипирование 301  
Контроль растворов 164  
Концентрация водородных ионов (рН) 123  
Копировальная рамка 243  
Копировальный аппарат 243  
Корректирование 255  
Корректирующие светофильтры 235, 255, 314  
Коэффициент контрастности 74  
— отражения 6  
Краскообразующие вещества 63, 120  
Красочувствительная эмульсия 63  
Кратность светофильтра 82, 102  
Крахмал 294  
Кривые пропускания светофильтров 103  
Кружок рассеяния 90  
Крутизна характеристической кривой 74

## Л

Лабораторное оборудование 157, 186  
Лаки защитные 64

Лампа-вспышка 17, 21  
Лампа галогенная 16  
— импульсная 17  
— люминесцентная 14  
— проекционная 15  
Лантановое стекло 22  
Латенсификация 116  
Линзы насадочные 95  
Люкс 6

## М

Маскирование изображения 155, 234  
Масштаб изображения 23  
Мелкозернистое изображение 66, 82, 166, 169  
— проявление 169  
Метабисульфит калия 126  
— натрия 220  
Метол 121, 158  
Микрокристаллы галогенида серебра 61, 118  
Микрорастр 44  
Моргающее зеркало 47

## Н

Наводка на резкость 43, 47  
Накатка фотобумаги 291  
Наклеивание фотобумаги 294  
Насадочные линзы 95  
Насыщенность цвета 10  
Натр едкий 123, 158  
— сернистый 160  
Натрий метабисульфит 220  
— сернистоокислый 125, 141, 151, 158  
— серноватистоокислый 128, 158  
— серноокислый 145  
— тетраборноокислый 123  
— углекислый 158  
— фосфорноокислый двузамещенный 123  
— хлористый 151  
Негативное изображение 173  
Негативные киноплёнки 173  
— фотоплёнки 173  
Негативный процесс 173  
Необычные способы изготовления позитива 301  
Нижняя точка съёмки 87  
Нит 5  
Нитробензимидазол 126  
Номер эмульсии 67

## О

Область правильных экспозиций 79  
Обработка фотоматериалов негативных 186  
— — обрабатываемых 316  
— — позитивных 266  
Обрабатываемые фотоматериалы 74, 308, 310  
Обращение изображения 307  
Объектив голубой 27  
— нормальный 29  
— панкратический 31  
— сменный 31  
— с переменным фокусным расстоянием 31  
— узкоугольный (длиннофокусный) 29  
— широкоугольный (короткофокусный) 30  
— янтарный 27  
Однообъективный зеркальный фотоаппарат 53  
Одноступенный фотографический процесс 137  
Окисление растворов 125  
Окрашивание изображения 282  
ОП-7 и ОП-10 148, 193  
Оптическая плотность 68  
Оптическая сила линзы 95  
Оптическое изображение 22  
Орвохром 310  
Ореолообразование 83  
Ортохроматическая эмульсия 63  
Освежение растворов 165  
Осветительные приборы 18  
Освещение изображения 322  
Освещение объекта съёмки 7, 11, 313  
Освещённость 5, 27, 79, 96  
Ослабление изображения 151  
Останавливающие растворы 141, 143, 144  
Отбеливание изображения 318, 320  
Относительная влажность воздуха 149  
Относительное отверстие объектива 23  
Отражательная способность 6

## П

Панорамное изображение 295  
Панхроматическая эмульсия 62

Парааминодиэтиланилинсуль-  
 фат 122  
 Парааминофенол 121  
 Параллакс 40, 42  
 Параформальдегид 128  
 Паспарту 294  
 Пентапризма 44  
 Перспектива линейная 87  
 — тональная 88  
 Печатание контактное 243  
 — оптическое 237, 247  
 — позитива 244  
 — рефлексное 185  
 — цветного изображения 255  
 Пластинки фотографические 180  
 Пластификаторы 64  
 Пленки фотографические 174  
 Плотность оптическая 68  
 Поглощение света 26  
 Подбор позитивного фотомате-  
 риала к негативу 245  
 Поддержание постоянства рас-  
 творов 165  
 Подложка фотоматериала 64, 66  
 Подслой 64  
 Позитив промежуточный 301  
 — страховый 244  
 Позитивное изображение 223  
 Позитивные фотоматериалы 223  
 Поле зрения 27  
 — изображения 27  
 Полиэтиленгликоль 128  
 Поляризационный светофильтр  
 108  
 Поташ 123, 158  
 Потенциометр 124  
 Потери света в объективе 26  
 Прерывание проявления 144  
 Приготовление растворов 158  
 Продолжительность проявления  
 163  
 Продукты окисления проявите-  
 ля 120  
 Проекционная аппаратура 336  
 Проекционное печатание 237, 247  
 Промежуточный желтый свето-  
 фильтр 63  
 Промывка фотоматериала 134,  
 145  
 Пропорциональное ослабление  
 153  
 Пропорциональное усиление 154  
 Просветление объектива 26, 27  
 Противовуалирующие веществ-  
 ва 126

Противоореольный лак 65  
 Проявление быстрое 131  
 — выравнивающее 170  
 — голодное 135  
 — двухрастворное 133  
 — диффузионное 137  
 — избирательное 126  
 — контрастное 273  
 — мелкозернистое 169  
 — мягкое 272  
 — нормальное 272  
 — смешанное 119  
 — физическое 119  
 — химическое 118  
 — цветное 120, 138  
 Проявляющие вещества 120,  
 123, 125  
 Пружинный привод фотоappa-  
 рата 39  
 Псевдобарельеф 304  
 Псевдосоляризация 303  
 Пятна на изображении 218

## Р

Раздвижная приставка к фото-  
 аппарату 94  
 Разрешающая сила объектива 28  
 Разрешающая способность фото-  
 материала 83  
 Разрушение скрытого изобра-  
 жения 114  
 Разрушители тиосульфата нат-  
 рия 148  
 Разряды на светочувствительном  
 слое 64  
 Ракурс 87  
 Рамки кадрирующие 242  
 — копировальные 243  
 Рассеяние света 26  
 Раствор кислый 123  
 — нейтральный 123  
 — щелочной 123  
 Раствор дубящий алюмоквас-  
 цовый 281  
 — — формалиновый 281  
 — — хромокалиевый 211  
 — — хромокалиевый метаб-  
 сульфитный 211  
 Раствор окрашивающий зеленый  
 286  
 — — коричневый 285  
 — — красно-коричневый 284  
 — — синий 284  
 — — тепло-коричневый 285

Раствор осветляющий для обрабатываемой фотопленки 324, 326

— — — реверсивной фотобумаги 328

Раствор ослабляющий железосинеродистый 212, 213

— — марганцовокислый 212

— — медный 214

— — персульфатный 213

— — хромокалиевый 213

Раствор отбеливающий для процесса голокопии 305

— — — реверсивной фотобумаги 328

— — — цветной негативной фотопленки 220, 221, 222

— — — цветной обрабатываемой фотопленки 320

— — — цветной позитивной фотопленки 289, 290

— — — цветной фотобумаги 287

— — — черно-белой обрабатываемой фотопленки 324, 326

Раствор, прерывающий проявление для цветной обрабатываемой фотопленки 320

— — — цветной позитивной фотопленки 290

— — — цветной фотобумаги 287

— — — метабисульфитный 210

— — — уксуснокислый 210, 281

— — — уксуснокислый дубящий 210

Раствор проявляющий быстрый 131

— — выравнивающий 130

— — двухрастворный 133

— — для недозэкспонированных фотоматериалов 132

— — — переэкспонированных фотоматериалов 132

— — — работы при высокой температуре 131

— — — работы при низкой температуре 131

— — контрастный 273

— — медленный 130

— — мягкий 272

— — нормальный 129, 272

— — проявляюще-фиксирующий 136

Раствор проявляющий для обрабатываемых фотоматериалов:

— — — — — черно-белый для реверсивной фотобумаги 328

— — — — — черно-белый процесс стандартный 324, 325

— — — — — черно-белый процесс упрощенный 326, 327

— — — — — черно-белый процесс ускоренный 325

— — — — — цветной процесс для фотобумаги 331, 332

— — — — — цветной процесс для фотопленки 319, 320

Раствор проявляющий негативный гидрохиноновый 195

— — — глициновый 196, 201

— — — метол-гидрохиноновый 196, 197, 198, 199, 204

— — — метол-глициновый 199

— — — метоловый 194, 195, 202, 206

— — — парааминофеноловый 202

— — — проявляюще-фиксирующий 207

— — — фенидон-гидрохиноновый 200, 206

— — — фенидон-гидрохиноновый глициновый 206

— — — фенидон-гидрохиноновый метоловый 201

— — — цветной 220, 221, 222

Раствор проявляющий позитивный амидоловый 273

— — — гидрохиноновый 274, 277

— — — глицин-гидрохиноновый 274

— — — для самовирирующих фотобумаг 280

— — — метол-гидрохиноновый 275, 276, 279

— — — метол-гидрохиноновый глициновый 279

— — — проявляюще-фиксирующий 280

— — — фенидон-гидрохиноновый 277, 279

— — — цветной 286, 288, 289

Раствор стабилизирующий содовый 282

— — тиомочевинный 211, 282

— — формалиновый 290

Раствор усиливающий медный 215, 216

— — сернистый 215

- — хинон-тиосульфатный 215
- — хромовый 214
- Раствор фиксирующий быстрый 143, 209
- — дубящий 142, 208, 209, 281
- — кислый 141, 208, 210, 280
- — простой 140
- — для негативных фотоматериалов 208, 209, 210
- — — обрабатываемых фотоматериалов 321, 325, 326, 332
- — — позитивных фотоматериалов 280, 281, 284, 290
- — — цветных фотоматериалов 220, 221, 222, 289, 290, 321, 332
- Растворитель 128
- Регенерация растворов 165
- Регрессия скрытого изображения 114
- Резкость изображения 66, 89
- Репродукционная съемка 94
- Ретушь 156, 296
- Рефлексная фотобумага 185, 312
- Рефлексы 9

## С

- Самоспуск 35
- Сбор серебра 160
- Свет естественный 12
- Светлота 9
- Световое отверстие объектива 23
- Светорассеяние 26
- Светосила объектива 24
- Светофильтры 82, 96, 101, 255
- Светочувствительность по разным сенситометрическим системам 70
- фотоматериала 66, 68
- Светочувствительный слой 61
- Сенсибилизация 62
- Сенситограмма 68
- Сенситометр 68
- Сенситометрическое испытание фотоматериала 67
- Сенситометрия 67
- Серебро азотнокислое 61
- Сернистое серебро 139
- Силикагель 114
- Синечувствительная эмульсия 63
- Синхронизатор 21
- Синхронизация затвора с лампой-вспышкой 21, 35

- Скрытое фотографическое изображение 111, 113
- Смачиватель 148
- Собственная чувствительность галогенида серебра 62
- Сода 123, 158
- Соли галогенидов 61
- Соляризация 115
- Сохраняющие вещества 125
- Спектральная чувствительность 62
- Спирт этиловый 128
- Стабилизатор 64
- Стабилизация изображения 319
- Старение фотоматериала 85
- Стекло лантановое 22
- Стереоскопический фотоаппарат 35
- Стильб 5
- Страховой позитив 244
- Строение фотоматериала 63
- Субцентры 111
- Сульфат натрия 127, 128
- Сульфит натрия 125, 141, 151, 158
- Сушильные устройства 148
- Сушка фотобумаги 291
- Счетчик кадров 39

## Т

- Т-32 122
- TSS 122
- Таблица цветная 81
- Телеобъектив 29
- Телескопический видоискатель 41
- Техника обработки фотоматериалов 186, 190, 266, 316
- Техника съемки 86
- Тиомочевина 282, 327
- Тиосульфат аммония 136, 143
- натрия 128, 136, 139, 151
- Тональная перспектива 88
- Тонирование изображения 282
- Тонкослойный фотоматериал 65
- Точка съемки 86
- Транспортирующий механизм фотоаппарата 38
- Трансформирование при печати позитива 265
- Триацетатная подложка 64
- Трилон Б 127, 220, 286

## У

- Увеличение изображения 237
- Увеличители фотографические 237
- Угловое поле зрения объектива 27
- Угловое поле изображения 27
- Угол охвата экспонометра 48
- Удлинительные кольца 94
- Уксусная кислота 148, 158
- Усиление изображения 153
  - скрытого фотографического изображения 116
- Ускоряющие вещества 123
- Установка объектива на резкость 43
- Устранение царапин на изображении 156, 306

## Ф

- Фенидон 121, 158
- Фиксирование быстрое 143
  - дубящее 142, 208, 209, 281
  - кислое 141, 142, 208, 210, 280
  - простое 140, 208
- Фильтрация растворов 159
- Флюорографические фотопленки 177
- Фокусировочные клинья 44
- Фокусное расстояние 22
- Формалин 128
- Фотоаппарат автоматический 49
  - дальномерный 55
  - зеркальный двухобъективный 55
  - зеркальный однообъективный 53
    - крупноформатный 34
    - малоформатный 34
    - мелкоформатный 34
    - неавтоматический 49
    - панорамный 56
    - полуавтоматический 49
    - с наводкой объектива по изображению на матовом стекле 58
    - с программным устройством 50
    - среднеформатный 34
    - стереоскопический 55
- Фотобумага «Бромпортрет» 228
  - глянцевая 224
  - «Йодоконт» 229

- картографическая 230
- «Контабром» 229
- матовая 224
- «Новобром» 229
- особоглянцевая 224
- полуматовая 224
- самовирирующая 226, 228
- структурная 224
- «Технокопир» 231
- «Унибром» 227
- «Фотобром» 227
- фотокалька 230
- «Фотоконт» 228
- фотостатная 186
- фототехническая 185
- «Фотоцвет» 236
- Фотовспышка 17
- Фотографическая широта 79
- Фотографическая эмульсия 61
- Фотолаборатория 157
- Фотоматериалы для контратипирования 232
  - негативные 67
  - обрабатываемые 67
  - позитивные 67
- «Фотон» 138
- Фотопластинки 179, 233
- Фотопленки 174
- Фоторегрессия 114
- Фоторезистор 47, 97
- Фоторужье 54
- Фотоувеличитель 171, 237
- Фотоэлектрический экспонометр 96
- Фотоэлемент 47, 48, 97

## Х

- Характеристическая кривая 68
- Хранение фотоматериала 85
- Хроматические цвета 9

## Ц

- Царапины 192
- Цветная вуаль 127, 217
- Цветная фотография 284
- Цветное проявление 120, 138
- Цветность 9
- Цветные фотоматериалы 63, 70, 74, 126, 233, 235, 309
- Цветовая температура 11, 12, 20, 104, 108
- Цветовой тон 9
- Цветоделенные изображения 120
- Цветокорректирование 242, 255
- Цветопробы 259

Цветосеребряное изображение  
120

Цветочувствительность фотоматериала 81, 113

Центры светочувствительности  
61, 111, 114

ЦПВ-1 122

ЦПВ-2 122

## Ч

Чернение изображения 323, 327,  
329

Число светочувствительности 68,  
70, 73

## Ш

Широкоугольный объектив 30

Широта фотографическая 79

Шкала глубины резко изображаемого пространства 91  
— диафрагм объектива 24

— расстояний 43

— символов 43, 51

Штатив 89

Шторный затвор 37

## Э

Экран 339

Экспозиционное число 51

Экспозиция 47, 96, 112, 249, 312

Экспонограмма 250

Экспонометр 47, 96

Электронная лампа-вспышка 112

Электронный затвор 36

Электроразряды 64

Эмульсия фотографическая 61

Этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат 122, 158

## Я

Янтарное просветление 27

Яркость 5

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	Предисловие	3
<b>ГЛАВА I.</b>	<b>ОБЪЕКТ СЪЕМКИ</b> . . . . .	5
	Освещение объекта съемки . . . . .	11
<b>ГЛАВА II.</b>	<b>ОПТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ</b> . . .	22
	Фотографический аппарат . . . . .	22
<b>ГЛАВА III.</b>	<b>ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ</b> . . . . .	61
	Светочувствительные фотографические материалы . . . . .	61
	Техника съемки . . . . .	86
	Скрытое фотографическое изображение . . . . .	111
	Видимое фотографическое изображение . . . . .	118
	Исправление фотографического изображения . . . . .	150
	Фотолаборатория . . . . .	157
	Зернистость фотографического изображения . . . . .	166
<b>ГЛАВА IV.</b>	<b>НЕГАТИВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ</b> . .	173
	Негативные фотографические материалы . . . . .	173
	Техника обработки фотоматериалов . . . . .	186
	Растворы и режимы для обработки черно-белых фотоматериалов . . . . .	194
	Растворы и режимы для обработки цветной фотопленки отечественного производства (с масками в слоях) . . . . .	220
		349

	Растворы и режимы для обработки цветной фотопленки фирмы «ОРВО» тип NC-16 . . . . .	221
	Растворы и режимы для обработки цветной фотопленки фирмы «ОРВО» тип NC-19 MASK . . . . .	222
<b>ГЛАВА V.</b>	<b>ПОЗИТИВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ . .</b>	<b>223</b>
	Позитивные фотографические материалы . . . . .	223
	Аппаратура для печатания . . . . .	237
	Печатание позитива . . . . .	244
	Техника обработки позитивных фотоматериалов . . . . .	266
	Растворы и режимы для обработки черно-белых фотоматериалов . . . . .	271
	Растворы и режимы для обработки цветной фотобумаги отечественного производства . . . . .	286
	Растворы и режимы для обработки цветной позитивной фотокинопленки отечественного производства . . . . .	288
	Растворы и режимы для обработки цветной позитивной фотокинопленки фирмы «ОРВО» . . . . .	289
	Отделка позитивов на фотобумаге . . . . .	291
	Необычные способы изготовления позитива . . . . .	301
<b>ГЛАВА VI.</b>	<b>ОБРАЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ . .</b>	<b>308</b>
	Обращаемые фотографические материалы . . . . .	309
	Экспонирование обращаемых фотоматериалов . . . . .	312
	Фотографическая обработка обращаемых фотоматериалов . . . . .	316
	Изготовление копий . . . . .	329
	Проекция диапозитивов . . . . .	336
	Предметный указатель . . . . .	340

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ  
«ИСКУССТВО»  
ГОТОВЯТСЯ  
К ПЕЧАТИ:**

**Л. Волков-Ланнит**

## **ИСКУССТВО ФОТОПОРТРЕТА**

**Изд. 2-е,  
исправленное  
и дополненное,  
14 л. с илл.,  
1 р. 20 к.**

**В СЕРИИ  
«МАССОВАЯ  
ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА»:**

**Н. Гагман**

## **ФОТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ИСКУССТВА**

**Изд. 2-е,  
стереотипное,  
8 л. с илл.,  
45 коп.**

**Ошанин С.  
и  
Танасийчук В.**

## **МАКРОСЪЕМКА В ПРИРОДЕ**

**10 л. с илл.,  
50 коп.**

**Объем  
и цена изданий  
указаны  
ориентировочно**



Фото 1  
Объект съемки: 1 — блик, 2 — свет,  
3 — полутень, 4 — тень

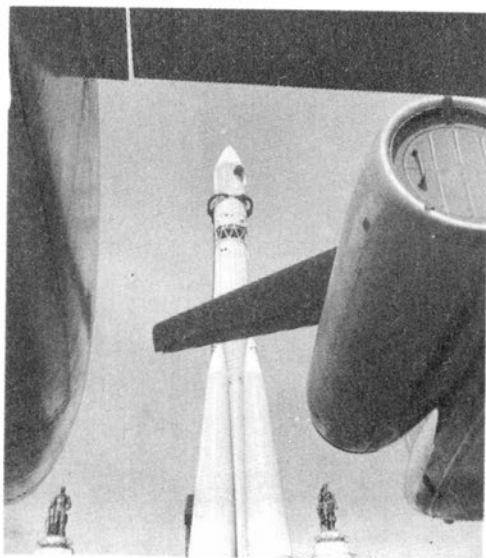
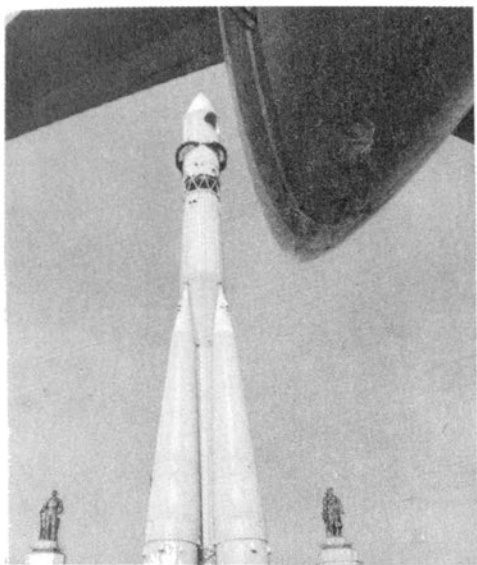


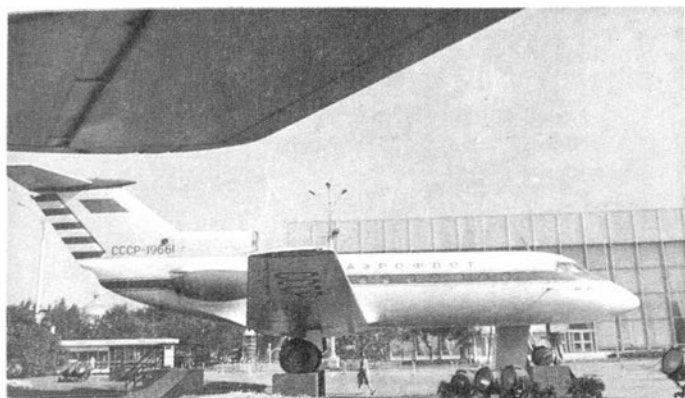
Фото 2  
Объект с различных точек съемки





а

Фото 3  
Центральная (а) и боковая (б)  
точки съемки



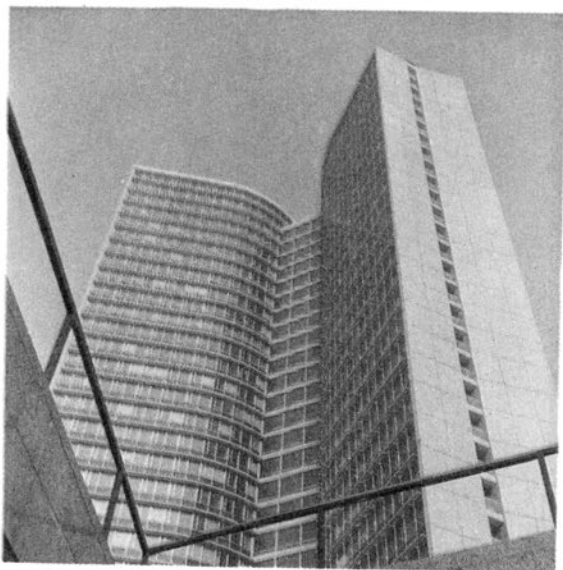


Фото 4  
Объект с разных по высоте точек  
съемки



Фото 5  
Объект с малой протяженностью  
перспективы

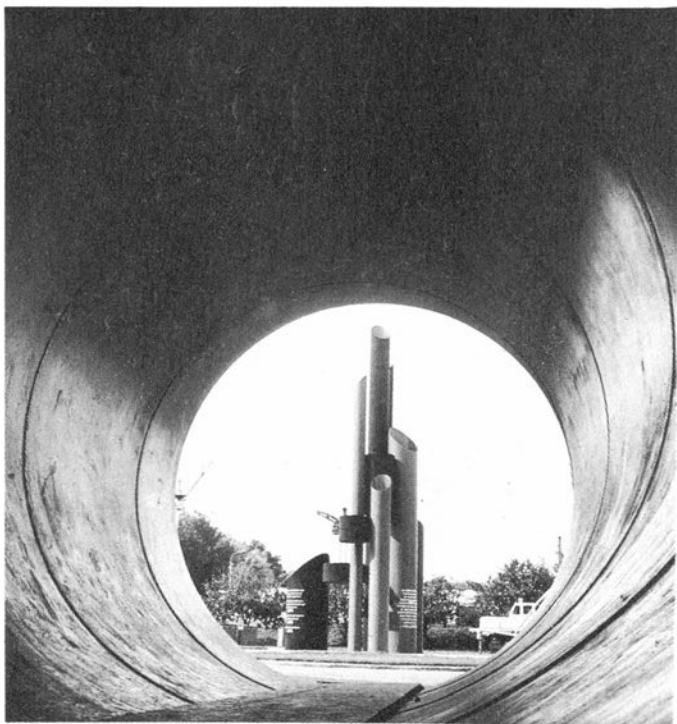


Фото 6  
Объект с большой протяженностью  
перспективы



Фото 7  
Объект, сфотографированный  
объективами разного фокусного  
расстояния *а* — 50 мм, *б* 85 мм,  
*в* — 135 мм

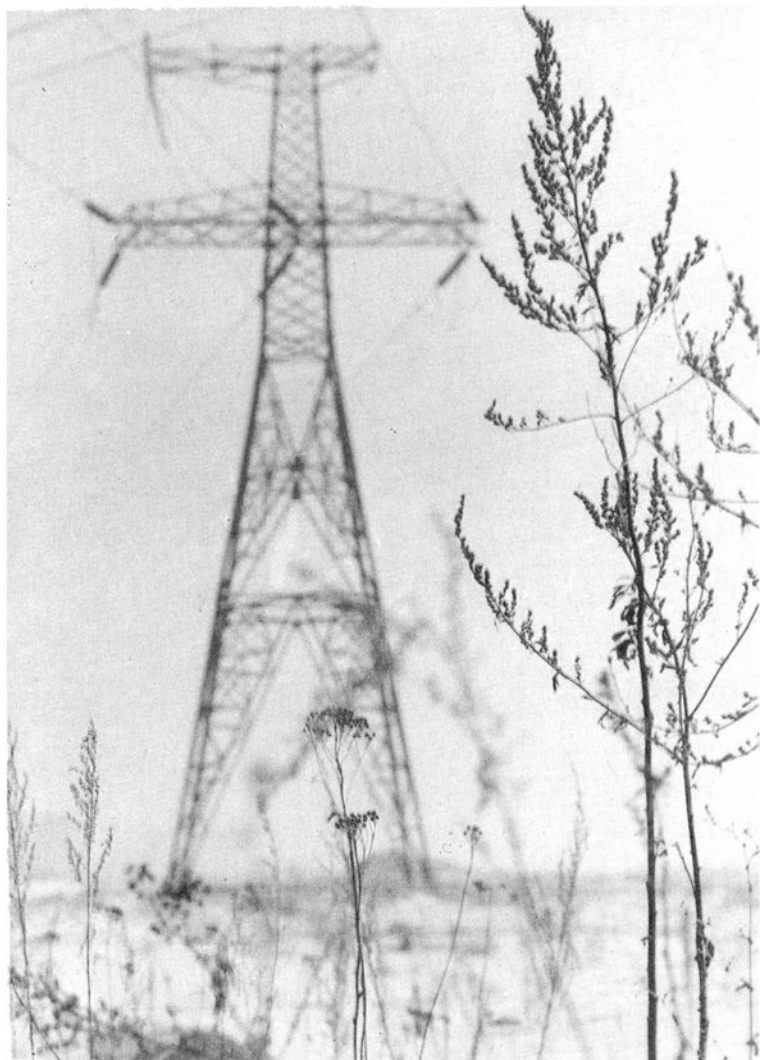


Фото 8  
Объект с тональной перспективой

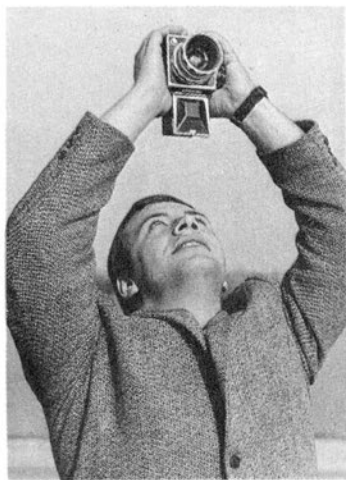


Фото 9  
Приемы съемки с разных уровней



Фото 10  
Изогелия (фото С. Киладзе)

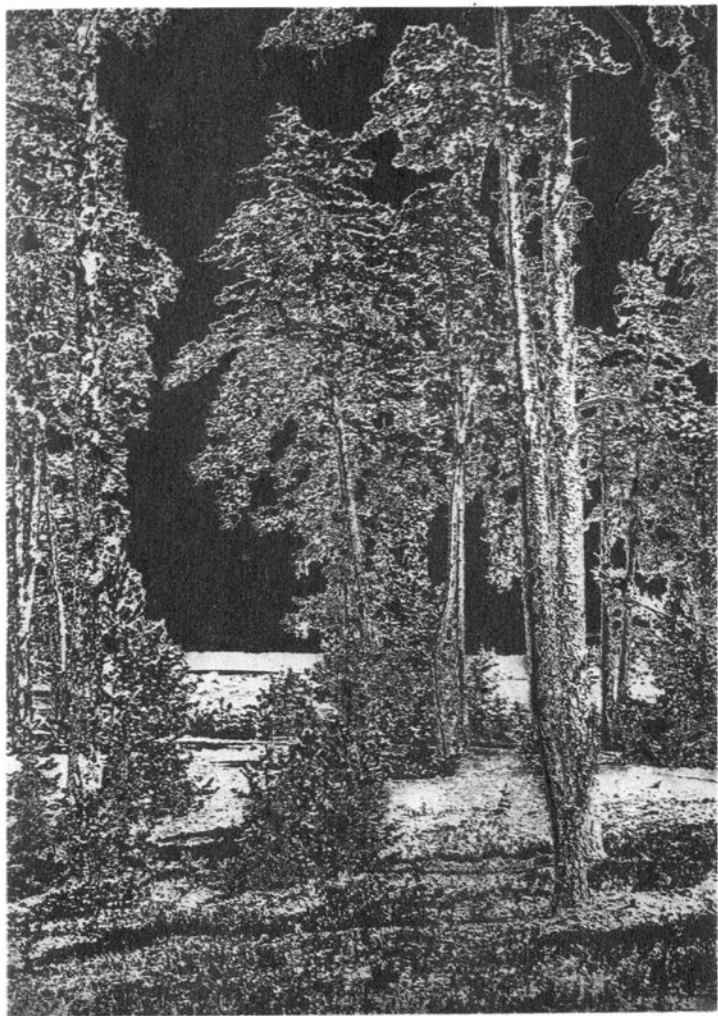
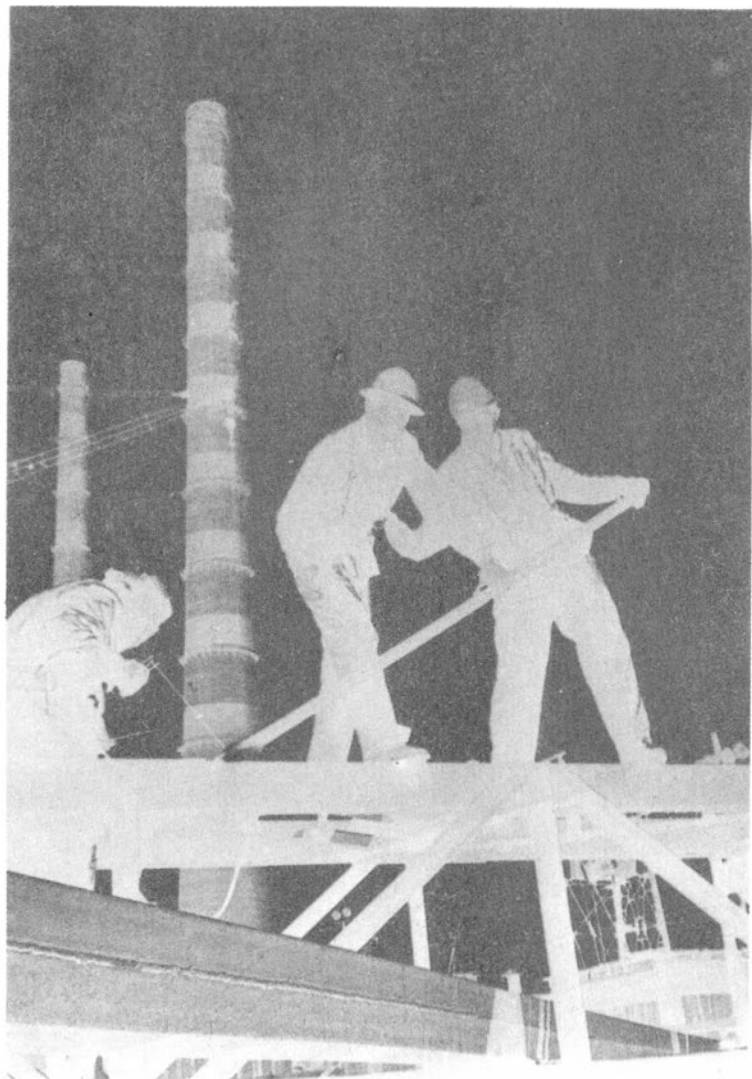


Фото 11  
Псевдосоляризация (фото Г. Дрюкова)



*a*

Фото 12  
 Псевдобарельеф (фото А. Симановского):  
*a* — негатив, *б* — промежуточный позитив,  
*в* — псевдобарельеф



