

$$S_{\Phi} = \frac{1}{H_0} \cdot \quad (2)$$

В общем случае определенная таким образом величина светочувствительности не будет совпадать с сенситометрической, которая, как известно [7], определяется по точке $D_v + 0.2$ (D_v — плотность вуали). Однако, как показали сравнительные испытания фототехнических пленок, расхождение между светочувствительностью, определяемой по точке $D_{\Phi_{\min}}$, и сенситометрической светочувствительностью незначительно и им можно пренебречь.

Для прямолинейного участка характеристической кривой можно получить аналитическую зависимость $D_{\Phi} = f(\lg H)$.

Для этого продолжим прямолинейный участок характеристической кривой до пересечения его с осью ординат. Всякую прямую можно представить уравнением вида [6]:

$$y = kx + b. \quad (3)$$

$$\text{В нашем случае } y = \bar{D}_{\Phi}; \quad x = \lg H_{\Phi}; \quad k = \operatorname{tg} \Theta = \gamma; \quad b < 0. \quad (4)$$

Из прямоугольного треугольника mnl определяем b :

$$\begin{aligned} b' &= mn \cdot \operatorname{tg} \Theta = \lg H_0 \cdot \gamma, \\ b &= b' - D_{\Phi_{\min}} = \gamma \lg H_0 - D_{\Phi_{\min}}. \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{Учитывая, что } H_0 = \frac{1}{S_{\Phi}}, \text{ получим } b = -D_{\Phi_{\min}} - \gamma \lg S_{\Phi}. \quad (6)$$

Подставляя в уравнение (3) значения y , k , x и b , определяемые из (4) и (5), получим окончательное уравнение характеристической кривой (справедливое только для прямолинейного участка):

$$D_{\Phi} = D_{\Phi_{\min}} + \gamma \lg S_{\Phi} + \gamma \lg H_{\Phi}. \quad (7)$$

Определим из этого уравнения H_{Φ} :

$$H_{\Phi} = \frac{1}{S_{\Phi}} \cdot 10^{\frac{D_{\Phi} - D_{\Phi_{\min}}}{\gamma}}.$$

Учитывая выражение (1), уравнение (7) можно записать в виде

$$E't = \frac{1}{S_{\Phi}} \cdot 10^{\frac{D_{\Phi} - D_{\Phi_{\min}}}{\gamma}}. \quad (8)$$

Выразим далее время экспонирования t элементарного участка фотослоя через параметры механической развертывающей системы.

На рис. 2а показана схема движения развертывающего элемента на оригинале. По аналогии с телевизионной системой развертки будем пользоваться следующими терминами:

а) быстрое возвратно-поступательное движение назовем *строчным* движением, а скорость строчного движения обозначим v_c ;

б) перпендикулярное к строчному медленное движение назовем *кадровым* движением развертывающего элемента, а его скорость обозначим v_k ;

в) размеры полей оригинала с учетом начального движения и выбега развертывающего элемента в направлениях строчного и кадрового движения обозначим соответственно l_c и l_k ; естественно

$$t_c = \frac{l_c}{v_c} \text{ и } t_k = \frac{l_k}{v_k} \quad (9)$$

г) примем, что развертывающий элемент имеет форму прямоугольника, стороны которого обозначим d_c и d_k .

Для равномерного экспонирования фотослоя между параметрами развертывающей системы (v_c , v_k и l_c) и размером развертывающего

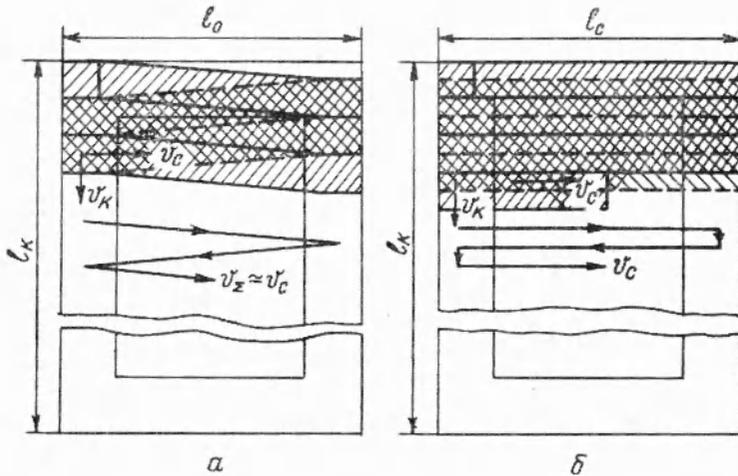


Рис. 2. Схема движения развертывающего элемента на оригинале.

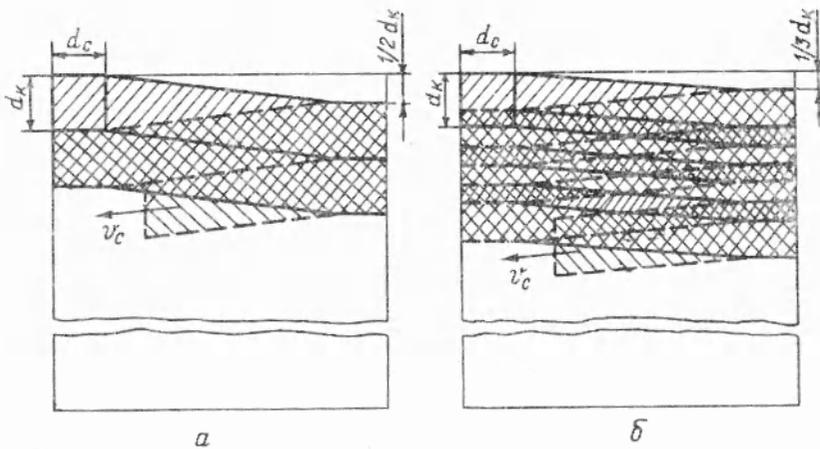


Рис. 3. К вопросу определения условий равномерного экспонирования.

элемента d_k должна быть определенная взаимосвязь, в чем легко убедиться, взглянув на рис. 3.

На рис. 3а показано движение развертывающего элемента, когда за время t_c он смещается в направлении кадрового движения на величину $\frac{1}{2} d_k$. В этом случае каждая точка оригинала получает одинаковое количество света (за исключением начальной и конечной, которые выходят за пределы оригинала), причем каждая точка подвергается

ся фотографированию дважды: один раз — при движении развертывающего элемента слева направо и второй раз — при движении его в обратном направлении. Легко заметить, что если за время t_c развертывающий элемент сместится в направлении кадрового движения на величину $\frac{1}{n} d_k$, то в этом случае освещение оригинала также будет равномерным, а каждая точка оригинала подвергается фотографированию 4 раза и т. д.

При некоторых других соотношениях между v_c , v_k , l_c и d_k (например, при смещении развертывающего элемента на $\frac{1}{3} d_k$, рис. 3б) освещение оригинала не будет равномерным, что приведет к появлению на негативе нежелательной строчной структуры.

Как видно из рисунка, в этом случае участки оригинала с четырехкратным освещением чередуются с участками с двухкратным освещением.

Таким образом, условие равномерного освещения оригинала математически можно записать следующим образом:

$$t_c = \frac{d_k}{2n \cdot v_k}, \quad (10)$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$ и т. д., любое целое число, — указатель кратности экспозиции. Например, при $n = 1$ — двойная экспозиция; при $n = 2$ — четырехкратная экспозиция и т. д.

Уравнение (10) справедливо и для развертывающего движения по схеме, показанной на рис. 2б.

Учитывая соотношения (9), выражение (10) можно привести к следующему виду:

$$v_c = \frac{2n \cdot l_k \cdot t_c}{d_k \cdot t_k}. \quad (11)$$

При конструировании развертывающей системы необходимо стремиться к тому, чтобы ее параметры удовлетворяли условию (11).

Время фотографирования элементарного участка оригинала будет определяться временем прохождения развертывающего элемента через данный участок:

$$t = 2n \frac{d_c}{v_c}. \quad (12)$$

Здесь множитель $2n$ указывает на кратность экспозиции.

Учитывая (11), выражение (12) можно привести к следующему виду:

$$t = \frac{d_c \cdot d_k}{l_c \cdot l_k} t_k = \frac{F_p}{F_{op}} \cdot t_k, \quad (13)$$

где $F_p = d_c \cdot d_k$ — площадь развертывающего элемента;

$F_{op} = l_c \cdot l_k$ — развертываемая площадь.

Подставив это значение t в выражение (8) и учитывая, что, согласно нашим данным [5],

$$E' = \frac{1}{4} \cdot \frac{q \cdot \rho \cdot T}{\kappa_m \cdot \kappa_\Phi} \cdot \left(\frac{d}{f} \right)^2 \cdot \frac{\cos^4 \beta}{(1+M)^2} \cdot E$$

получим окончательное уравнение, связывающее между собой параметры всех рассматриваемых звеньев системы: оптической системы фотоаппарата, развертывающей системы и светочувствительного слоя:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{q \cdot \rho \cdot T}{k_M \cdot k_\Phi} \left(\frac{d}{f} \right)^2 \cdot \frac{\cos^4 \beta}{(1+M)^2} \cdot E \cdot \frac{F_p}{F_{op}} \cdot t_k = \frac{1}{S_\Phi} \cdot 10^{\frac{D_\Phi - D_{\Phi_{min}}}{\gamma}} \quad (14)$$

Отсюда можно легко определить время кадрового развертывающего движения, или, что то же самое, время фотографирования всего оригинала:

$$t_k = \frac{4 k_M \cdot k_\Phi \cdot (1+M)^2 \cdot F_{op}}{E \cdot q \cdot \rho \cdot T \cdot \cos^4 \beta \cdot F_p} \left(\frac{f}{d} \right)^2 \cdot \frac{1}{S_\Phi} \cdot 10^{\frac{D_\Phi - D_{\Phi_{min}}}{\gamma}} \quad (15)$$

Например, время изготовления одного цветоделенного откорректированного негатива при следующих условиях: $E = 10^6$ лк; $M = 1$; $k_M = 10$; $k_\Phi = 30$; $q = 0,64$; $\rho = 0,7$; $T = 0,76$; $F_{op} = 20 \text{ см} \times 30 \text{ см} = 6 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$; $F_p = 1 \text{ мм}^2$; $\frac{d}{f} = 1 : 9$; $S_\Phi = 90$ ед. ГОСТ; $D_\Phi = 1,8$; $D_{\Phi_{min}} = 0,4$; $\gamma = 1$ — составляет, согласно формуле (15), 6 часов, что совпадает с экспериментальными данными.

Однако такая производительность цветоделителя-цветокорректора явно недостаточна, особенно если учесть, что при увеличении формата оригинала или масштаба съемки процесс экспонирования потребует еще больше времени.

Нами уже указывались [8] возможные пути повышения производительности цветокорректирующих устройств такого типа. Кратко рассмотрим один из них, наиболее эффективный.

В лаборатории электроники УНИИПП совместно с кафедрой наборного и формного оборудования МПИ в настоящее время разрабатывается макет фоторепродукционного устройства для электронного цветокорректирования с разверткой по оптической оси объектива. В отличие от существующей системы в этом макете осветительное устройство, создающее развертывающий элемент на оригинале, анализирующее устройство и объектив неподвижны, а оригинал и фотослой синхронно перемещаются, чем и достигается развертывание изображения. Для обеспечения геометрически правильного воспроизведения оригинал и фотослой перемещаются в двух направлениях навстречу друг другу.

Схема развертывающего устройства показана на рис. 4. От электродвигателя 1 через редуктор 2 сообщается вращательное движение валу 3, с которого с помощью конических шестерен 4 и 5 и цилиндрических шестерен 6 и 7 движение передается барабанам 8 и 9. На барабане 8 закреплен оригинал, на барабане 9 — фотопленка. От вала 3 через червячную пару 10 и ходовой винт 11 приводится в поступательное движение каретка 12 с барабаном 9. Рычаг 13, один конец которого шарнирно закреплен на каретке 12, поворачивается при этом вокруг пальца 14, закрепленного на стойке объектива 15, и вторым своим концом перемещает каретку 16. Между барабанами расположены объектив 17, а также осветитель, модулятор и анализирующее устройство (на схеме не показаны).

Таким образом, фотографирование оригинала производится последовательно, точка за точкой, по винтовой линии, причем в каждый отдельный момент фотографируемый элемент оригинала и соответствующий участок фотослоя находятся на оптической оси объектива.

При изменении масштаба съемки необходимо изменить расстояния x и y в соответствии с законами геометрической оптики. Для этой цели может быть применен один из механизмов для автоматической наводки на резкость, которые в настоящее время широко известны [7, 9].

При изменении масштаба необходимо также выполнять следующее условие: скорость разворачивающего движения должна соответствовать заданному масштабу, или, иначе говоря, скорости поступательного перемещения и линейные скорости вращательного движения обоих барабанов должны быть пропорциональны масштабу съемки.

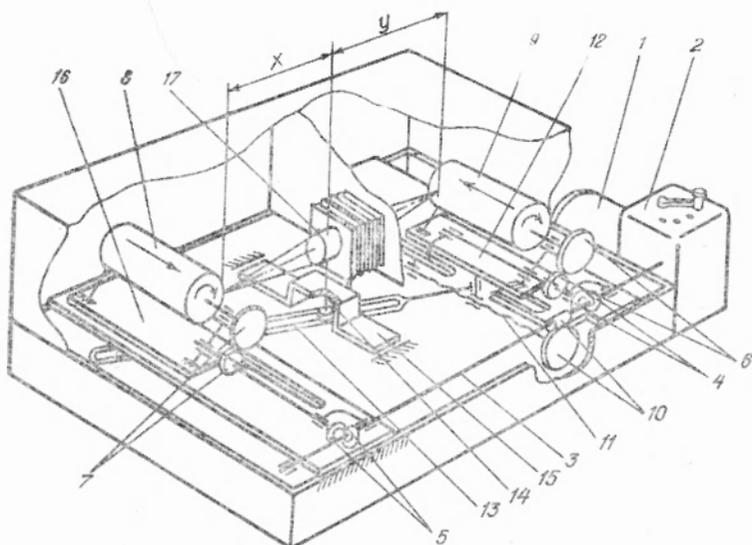


Рис. 4. Кинематическая схема фоторепродукционного устройства с разверткой изображения по оптической оси объектива.

Изменение скорости поступательного перемещения барабанов осуществляется легко, так как при установке масштаба плечи рычага 13 в положении вдоль оптической оси объектива равны расстояниям x и y . Здесь автоматически выполняется условие:

$$v_{\phi} = v_{op} \cdot M. \quad (16)$$

Очевидно, что для вращательного разворачивающего движения линейные скорости вращения барабанов должны также удовлетворять условию (16).

Линейные скорости вращения барабанов могут быть изменены двумя способами.

1. Изменение угловой скорости вращения ω одного из барабанов в соответствии с масштабом съемки при одинаковых радиусах барабанов:

$$\omega_{\phi} = \omega_{op} \cdot M. \quad (17)$$

В этом случае при каждом обороте начало вращения барабана с оригиналом должно точно совпадать с началом вращения барабана с фотослоем, что затрудняет конструктивное исполнение.

2. Изменение радиусов барабанов пропорционально масштабу при одинаковых угловых скоростях:

$$R_{\phi} = R_{op} \cdot M. \quad (18)$$

Это условие может быть выполнено путем применения сменных либо раздвижных барабанов. И те и другие используются в настоящее время в электрогравировальных автоматах [10, 11, 12].

Рассмотренный принцип построения развертывающей системы не связывает параметры объектива с размерами оригинала и фотоформы. Это позволило применить вместо объектива с фокусным расстоянием 36 см и светосилой 1:9 короткофокусный объектив «Гелиос-40» с $f = 8,5$ см и светосилой 1:1,5. В результате при тех же самых условиях съемки, что и в приведенном выше примере, время изготовления одного цветоделенного откорректированного негатива составит, в соответствии с выражением (15), 10 мин вместо 6 ч., т. е. производительность системы увеличится в 36 раз. К преимуществам разрабатываемой конструкции следует отнести также уменьшение абберационных искажений (в результате применения короткофокусной оптики), равномерность освещения по всему полю фотослоя (так как $\cos \beta = 1$ в течение всего процесса), значительно меньшие габариты и металлоемкость по сравнению с обычными репродукционными аппаратами.

Недостатком является возможность использования только гибких оригиналов, а также отсутствие в макете автоматической наводки на резкость и на масштаб. Последнее может быть устранено при дальнейшей разработке.

В заключение уместно заметить, что изложенная выше методика расчета развертывающих систем может быть использована не только при конструировании цветоделителей-цветокорректоров, но также и при разработке предложенных в последнее время Одесским СКБ «Полиграфмаш» репродукционных фотоаппаратов с построчной разверткой изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. R. Kilminster. H.P.K. Autoscan, "Penrose Annual", 1956, 50, 110—114.
2. Я. М. Сульповар. Электронное цветокорректирование, Информационные материалы ВНИИПП, вып. XIX, М., 1958.
3. М. Я. Игуменцев, Г. Г. Лебедь, Г. Г. Никитенко. Электронный цветоделитель-цветокорректор, Сб. научно-технической информации ЦИНТИАМ «Оборудование для полиграфической и бумагоделательной промышленности» № 2—3, 1963.
4. Г. Г. Лебедь, Э. В. Микулин, Ю. П. Селиванов. Вопросы практической реализации систем электронного цветокорректирования второго рода. Сб. трудов УНИИПП, вып. VI, Львов, 1960.
5. В. А. Едемский, Г. Г. Лебедь. Светотехнический анализ фоторепродукционного аппарата для электронного цветокорректирования. Публикуется в сборнике «Полиграфия и идательское дело», вып. 2.
6. М. Я. Выгодский. Справочник по высшей математике, Физматгиз, М., 1959.
7. П. Я. Розенфельд. Конструкции и расчет полиграфических машин, книга II. «Искусство», М., 1953.
8. В. А. Едемский. Пути повышения производительности фоторепродукционного аппарата для электронного цветокорректирования. Тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 400-летию русского книгопечатания, изд. МПИ, М., 1964.
9. Л. И. Боглаев. Автоматизация наводки на резкость в горизонтальных репродукционных фотоаппаратах, журн. «Полиграфическое производство», 1951, № 6.
10. А. Д. Рабинович, И. Я. Духовный. Полиграфические электронные гравировальные машины, «Искусство», М., 1961.
11. А. А. Хайкевич. Приставка для плавного изменения масштаба на электронной гравировальной машине ЭГА, Труды НИИПолиграфмаш, вып. 15, М., 1961.
12. А. Д. Рабинович. Электронные гравировальные машины с изменением масштаба, «Полиграфическое производство», 1962, № 3.

CHOICE OF ELECTRONIC COLOUR-CORRECTION SCANNER AND OPTIC SYSTEM PARAMETERS

V. A. YEDEMSKY, G. G. LEBED

The report discusses a method of scanning system calculation, which can be applied to the construction of colour-correction scanners and scanning copy cameras.