

НОВОСТИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

1. Двухступенчатая спектральная сенситометрия с бипризмой.

При изучении быстрых явлений оптическими методами, например, при изучении спектра взрывов, искр, взрывающихся проволок и т. д., иногда необходимо получить целый ряд сведений из единственного снимка спектра. Для оценки относительных интенсивностей каких-либо линий в этом спектре нужно для каждой области спектра установить связь между относительной интенсивностью падающего света и почернением или пропусканием проявленного изображения спектра. Если речь идёт о единственном снимке, то для этих целей годится метод съёмки спектра через ступенчатый ослабитель, помещаемый на щель спектрографа. Однако ослабитель требует точной предварительной градуировки, что связано опять-таки со всеми трудностями и ошибками фотографической спектрофотометрии. Кэди и Гордон^{*}) описали новый метод фотографической сенситометрии, удобный для этих целей. Преимущества его заключаются не только в том, что в нём используется единственный снимок, но также

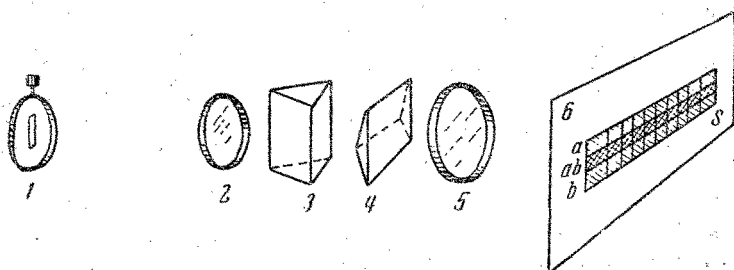


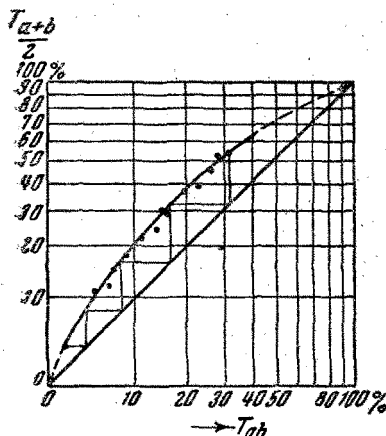
Рис. 1. 1 — щель спектрографа, 2 — линза коллиматора, 3 — преломляющая призма, 4 — бипризма, 5 — линза камеры, 6 — пластинка, S — изображение спектра, a, b — зоны, получаемые от 2-х половин бипризмы, ab — зона перекрытия.

и в том, что для него не требуется ни прерывистого освещения, ни предварительной градуировки, отпадает забота о воспроизводимости результатов и имеется возможность самоконтроля.

Метод состоит в том, что за преломляющей призмой спектрографа помещается бипризма (так, что её ребро горизонтально), и снимок получается частично sdвоенным по всей длине спектра (рис. 1). При прохождении через бипризму верхняя половина всего светового пучка проходит через верхнюю половину бипризмы, а нижняя — через нижнюю. Вследствие этого одна половина спектра слегка смещена вниз, а другая — вверх. На рис. 1 зона a получена от верхней половины бипризмы, зона b — от нижней. Зона ab является зоной перекрытия. В этой зоне интенсив-

^{*}) W. M. Cady and G. Gordon, JOSA 39, 369 (1949).

ность каждой линии вдвое больше, чем её интенсивность во внешних зонах, интенсивности которых должны быть равны. Последнее достигается соответствующей установкой бипризмы. Для точной селситометрии необходимо также совершенно равномерное освещение щели спектрографа. Это обычно достигается тем, что источник света фокусируется на линзу коллиматора с помощью линзы, помещаемой перед щелью.



Фиг. 2. График, полученный при нанесении величин T_{ab} и $T_{\frac{a+b}{2}}$

для разных линий в некоторой спектральной области.

пропускание в зоне ab будет $T'_{ab} = 1,5\%$ (по измерениям), а во внешних зонах $T'_{\frac{a+b}{2}} = 3,7\%$.

Некоторая воображаемая линия, имеющая интенсивность $I'' = 50$, дала бы в центральной зоне пропускание $T''_{ab} = T'_{\frac{a+b}{2}} = 3,7\%$. По графику находим, какое $T''_{\frac{a+b}{2}}$ соответствует этому T''_{ab} . По-

лучаем 8 и т. д. Этот ступенчатый процесс можно повторять дальше и получить таблицу:

$I = 100$	$T_{ab} = 1,5\%$	$T_{\frac{a+b}{2}} = 3,7\%$
$I = 50$	3,7	8
$I = 25$	8	16,4
$I = 12,5$	16,4	31
$I = 6,25$	31	53
$I = 3,125$	53	...

Таким образом, из одного двоянного снимка можно получить кривые почернения для любых областей спектра.

Метод получения кривой, связывающей интенсивность линий I с пропусканием T проявленного изображения, состоит в следующем: в каждой спектральной области измеряют T во всех трёх зонах (a , ab и b) для каждой из нескольких линий разной интенсивности. Затем строят график, на котором по оси абсцисс отложены T_{ab} , а по оси ординат $T_{\frac{a+b}{2}}$, т. е. усред-

нённое пропускание двух внешних зон. Так как для каждой измеренной линии мы имеем значения T_{ab} и $T_{\frac{a+b}{2}}$,

то в результате мы получим ряд точек $(T_{ab}, T_{\frac{a+b}{2}})$, располагающихся по какой-то кривой. Подобная кривая приводится на рис. 2. Обозначим интенсивность наиболее яркой линии в зоне ab через $I'' = 100$. Соответствующее ей

2. Применение призмы Фери в новом спектрофотометре Бэкмана.

Призма Фери, впервые описанная в 1910 г. ¹, является остроумной комбинацией линзы и призмы: она разлагает падающий на неё пучок

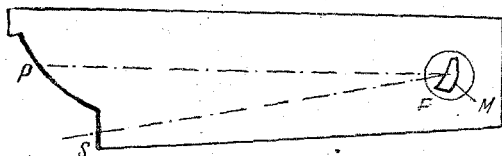


Рис. 3. Схема спектрографа Фери. S — щель, F — призма Фери, M — посеребренная сторона, P — изогнутая пластинка.

света в спектр и сама фокусирует его. В спектрографе Фери (рис. 3) передняя и задняя поверхности призмы имели цилиндрическую форму, вследствие чего изображение входной щели получалось растянутым в вертикальном направлении (высота изображения получалась около 2 дюймов), что невыгодно отражалось на интенсивности спектра. Вследствие такого значительного астигматизма призма Фери не могла применяться в монохроматорах. В новом спектрофотометре Бэкмана ², однако, призма Фери нашла себе удачное применение. Было найдено, что замена передней цилиндрической поверхности призмы — сферической приводит к хорошим оптическим качествам: астигматизм уменьшается, так что, например, стеклянной призмой с $F=18$ дюймов светящаяся точка изображается в виде линии в $\frac{3}{4}$ дюйма высотой, что уже вполне приемлемо для монохроматора. Однако, как и в случае всякой другой призмы, изображение входной щели получается искривленным. В этом случае астигматизм должен сильно ухудшать качество изображения. Это затруднение устраняется тем, что в монохроматоре Бэкмана входная щель сделана такой кривизны, что её изображение на выходе получается прямым. Строго говоря, требуемая кривизна входной щели является функцией длины волны, но при разумном выборе этой кривизны удаётся добиться всё же удовлетворительно чёткого изображения в достаточно широком интервале длин волн.

В спектрографе Фери призма закрепляется неподвижно и спектр получается на некоторой кривой поверхности (рис. 3). В монохроматоре положения входной и выходной щели фиксированы, так что сама призма должна как-то перемещаться, чтобы при любой длине волны изображение получалось в плоскости выходной щели. В приборе Бэкмана призма поворачивается и в то же время перемещается поступательно. Это движение осуществляется с помощью специальной каретки. На рис. 4 дана схема такой конструкции. Стержни ff закреплены в точках aa и bb . При перемещении пластинки B , несущей призму, призма будет и поворачиваться и совершать поступательное движение.

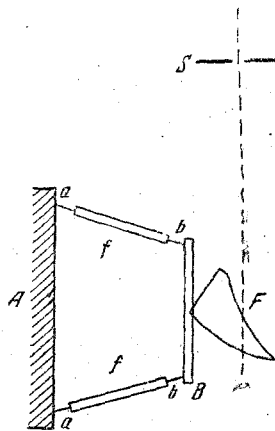


Рис. 4. Схема конструкции призмы для перемещения призмы в монохроматоре Бэкмана. F — призма Фери, B — несущая её площадка, ff — стержни, A — основание, или стенка прибора.

Конструкция входной и выходной щелей также необычна. Щели помещены рядом, внутренние их щёлки неподвижны, а внешние могут отодвигаться при большем или меньшем нажиме на некоторую упругую пластинку, связанную с ними.

Новый спектрофотометр даёт возможность работать в области от 320 до 1000 мμ. В нём используются 2 фотоэлемента — один для области 320—640 мμ, другой для 640—1000 мμ. Как обычно, в области $\lambda < 360$ мμ рассеянный или фальшивый свет устраняется с помощью соответствующего фильтра (в данном случае — фильтр Корнинга 9863).

3. Применение новой шкалы для построения прямолинейных кривых почернения.

Для определения неизвестных интенсивностей в количественной фотографической фотометрии пользуются обычно «кривыми почернения»². Для построения этих кривых откладывают по оси абсцисс логарифмы интенсивностей света, а по оси орди-

Таблица 1.
T — координатные расстояния d.

T %	d	T %	d
2	0,00	84	7,55
5	1,60	86	7,76
10	2,81	88	8,00
20	4,03	90	8,27
30	4,76	91	8,44
40	5,30	92	8,62
50	5,76	93	8,83
60	6,18	94	9,08
70	6,64	95	9,37
80	7,24	96	9,74
82	7,39	97	10,21

нат «почернение» ($S = \lg \frac{I_0}{I}$) или логарифм пропускания. Обычные фотоматериалы дают хорошо известную S-образную кривую, лишь незначительный участок которой является прямолинейным. Наиболее точны и удобны фотометрические операции в пределах этой прямолинейной части кривых почернения. Интенсивности света для «марок почернения» выбираются именно так, чтобы почернения попали на эту прямолинейную часть кривой. Пользование искривлёнными участками кривых почернения невыгодно вследствие гораздо меньшей точности и необходимости большего количества точек, вырисовывающих этот участок кривой.

Хьюз и Мёрфи⁴ предложили удобную шкалу, дающую возможность получать прямолинейные характеристические кривые фотоматериалов в пределах от 2 до 97%.

пропускания проявленного слоя. Пользование такими выпрямленными кривыми весьма выгодно, так как для получения этих кривых нужно меньше марок почернения, и многие промежуточные этапы обработки данных можно отбросить.

Из многих исследованных функций авторы остановились на следующем выражении:

$$f(T) = \frac{\lg T}{1-T} - Ae^T + B.$$

Здесь T — пропускание фотографического слоя, A и B — произвольные константы. Последняя выбирается так, чтобы кривая проходила через начало координат. Испытания показали пригодность этой шкалы для разных γ (от 0,9 до 3) и разных участков спектра (от видимого до ультрафиолета).

По оси абсцисс авторы откладывают логарифмы экспозиций, а по оси ординат некоторую функцию пропускания проявленного изображения $f(T)$.

Удобнее всего строить эти характеристические кривые, нанося на миллиметровую бумагу соответствующие шкалы для I и T по заранее вычисленным значениям.

Для T авторы приводят такую шкалу (см. табл. 1).

А. Ильина

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Fery, J. de Phys. **9**, 762 (1910).
2. А. О. Векман и др., JOSA **39**, 377 (1949).
3. С. Л. Мандельштам, Введение в спектральный анализ. Гос. Изд-во техн.-теор. лит-ры.
4. Н. К. Hughes а. R. W. Murphy, JOSA **39**, 501 (1949).