

П. В. МЕЙКЛЯР

ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА ЦЕНТРАМИ СКРЫТОГО ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 31 VIII 1949)

При действии света на монокристалл бромистого или хлористого серебра этот кристалл окрашивается, т. е. у него возникает дополнительная полоса поглощения света в видимой области спектра (^{1,2}). Максимум этой полосы поглощения располагается у 520—550 м μ для AgCl и у 650—690 м μ для AgBr. При этом образуются частицы металлического серебра.

Изменение, производимое светом в зернах фотографического слоя, состоящих из бромистого серебра, при обычных фотографических экспозициях весьма мало. Это изменение может быть обнаружено только после действия на слой проявителя, который вызывает превращение экспонированного зерна в металлическое. По этой причине это изменение носит название скрытого фотографического изображения. Принято считать, по аналогии с действием света на монокристаллы галоидного серебра, что центры скрытого изображения также состоят из мельчайших частиц серебра. Хотя нет прямых доказательств этого, нет и фактов, опровергающих такое предположение.

При некоторых условиях освещения создаются непроявляемые центры, названные Бергом субцентрами (³). Это могут быть частицы серебра слишком малого размера для того, чтобы при данных условиях приводить к проявляемости зерна, или частицы серебра, по тем или иным причинам недоступные действию проявителя. Разрушение этих субцентров при последующем действии красного света в этих условиях проявления не приводит к уменьшению плотности почернения. С другой стороны, поглощение света такими субцентрами приводит к появлению в зерне свободных электронов, вследствие чего при дополнительном действии красного света в зерне может образоваться проявляемый центр скрытого изображения.

Опыт (³) показывает, что наибольшее количество непроявляемых зерен с субцентрами образуется при кратковременном и интенсивном освещении фотографического слоя. В настоящей работе исследовалось спектральное распределение поглощения света этими субцентрами.

Методика эксперимента. Кратковременное и интенсивное освещение фотографического слоя производилось с помощью импульсной лампы (⁴). Продолжительность основной части вспышки этой лампы при соответствующим образом выбранных электрических параметрах составляет около 10^{-5} сек. Фотографический слой равномерно освещался этой лампой таким образом, чтобы после проявления плотность почернения получилась около единицы. Применялся спектрограф для видимой области спектра, причем источником света являлась

ленточная лампа, работавшая при постоянном электрическом режиме. При этом режиме было измерено спектральное распределение плотности лучистого потока в фокальной плоскости спектрографа. Это было сделано с помощью термостолбика, проградуированного по лампе Гефнера. Перед входной щелью спектрографа располагался нейтральный красочный ступенчатый оптический клин с разностью плотностей между соседними ступенями в 0,15. Экспонирование производилось за каждым из 13 полей клина при одинаковом времени освещения, которое всегда составляло 5 мин. Проявление велось в метол-гидрохиноновом проявителе Чибисова для фотографических пластинок ⁽⁵⁾ при помешивании проявителя мягкой резиновой кистью.

Плотности полученных спектрограмм измерялись на фотоэлектрическом микрофотометре в случае пластинок и пленок и на визуальном денсографе Гольдберга в случае бумаги. После этого строились характеристические кривые для ряда монохроматических излучений через 5 мμ в синей части спектра и через 10—15 мμ в красной части спектра.

По данным о плотности лучистого потока для каждой длины определялась спектральная светочувствительность для плотности почернения, равной единице (для бумаги $D = 0,5$) над плотностью фона, т. е. над плотностью почернения, созданного освещением импульсной лампы. В согласии с определением ГОСТ ⁽⁵⁾, спектральная светочувствительность слоя определялась как величина, обратная количеству монохроматического освещения, необходимого для создания в слое данной плотности почернения. Исследование производилось на трех фотографических материалах: диапозитивных пластинках, несенсибилизированной пленке Принтон К фирмы Агфа и на контрастной фотографической бумаге.

Каждый раз сравнивались между собой две кривые спектральной светочувствительности слоя, из которых первая (S'_λ) получалась при освещении слоя сперва вспышкой импульсной лампы, а затем в спектрографе, а вторая (S''_λ) при освещении слоя сперва в спектрографе, а затем вспышкой импульсной лампы. Разность логарифмов этих величин $\Delta \log S_\lambda = \log S'_\lambda - \log S''_\lambda$ количественно характеризовала изменение спектральной светочувствительности слоя, вызванное предварительным освещением слоя импульсной лампой, так как сравнение кривой зависимости S'_λ от λ с кривой спектральной светочувствительности слоя S_λ^0 , не подвергнутого вовсе освещению вспышкой импульсной лампы, показало, что эти кривые всегда располагаются строго параллельно с небольшим сдвигом вдоль оси ординат.

Описание результатов опытов. Мы проверили сперва, меняется ли спектральная светочувствительность фотографического слоя после освещения его при обычных сравнительно длительных временах освещения. С этой целью фотографический слой равномерно освещался лампой сенситометра ГОИ ⁽⁵⁾ (через окно для освещения фотографических бумаг) в течение 2—3 мин. так, чтобы плотность фона составила около единицы. При сравнении кривой спектральной светочувствительности, полученной при предварительном освещении лампой сенситометра и последующем освещении в спектрографе, с такой же кривой, полученной при обратном порядке освещения, оказалось, что эти две кривые полностью совпали друг с другом для всех трех фотографических материалов. Это значит, что эффект Беккереля, известный для прямого почернения, не наблюдается для проявленного изображения.

В случае же, если равномерный фон создавался импульсной лампой, всегда получалась заметная разница между кривыми спектральной светочувствительности, получаемыми при разном порядке освещения.

Зависимость этой разницы $\Delta \log S_\lambda$ от длины волны для диапозитивных пластинок и пленки Принтон приведена в табл. 1.

Таблица 1

λ , мμ	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580
Диапоз. пласт.														
$\Delta \log S_\lambda$	0,35	0,38	0,42	0,43	0,44	0,42	0,39	0,33	0,32	0,39	0,42	0,44	0,42	0,39
Принтон														
$\Delta \log S_\lambda$	0,62	0,62	0,53	0,36	0,33	0,48	0,44	0,42	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44

λ , мμ	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720
Диапоз. пласт.														
$\Delta \log S_\lambda$	0,38	0,36	0,38	0,42	0,46	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	0,89	0,88
Принтон														
$\Delta \log S_\lambda$	0,45	0,46	0,47	0,52	0,56	0,58	0,61	0,62	0,65	0,64	0,68	0,68	0,66	—

Из табл. 1 видно, что предварительное освещение вспышкой импульсной лампы увеличивает светочувствительность фотографического слоя во всей видимой области спектра и в особенности в красной части спектра с максимумом приблизительно у 700 мμ. Для фотографической бумаги $\Delta \log S_\lambda$ увеличивается только до 560 мμ, а затем начинает уменьшаться вследствие того, что при этих длинах волн начинается эффект Гершеля. Имеется большое число работ (6), из которых следует, что всегда при предварительном кратковременном и интенсивном и последующем слабом и длительном освещении фотографического слоя имеет место большее фотографическое действие, чем при обратном порядке освещения. Это объясняется тем, что предварительное кратковременное освещение слоя образует в нем большое количество субцентров, наличие которых при последующем слабом длительном освещении увеличивает эффективность последнего. Это обнаруживается в том, что при таком порядке освещения значительно уменьшается величина отклонения от закона взаимозаменяемости, имеющая место при слабом и длительном освещении (6).

Отклонение от закона взаимозаменяемости численно характеризуется изменением $\log H$ (логарифм количества освещения) при переходе от одного времени освещения к другому.

Мы произвели измерения величины отклонения от закона взаимозаменяемости в области длительных освещений в двух областях спектра — коротковолновой и длинноволновой. Источником света служила ртутная кварцевая лампа, экранируемая в одном случае светофильтром UG-5 фирмы Шотта, вырезающим область спектра 300—380 мμ, и в другом случае светофильтром ЖС-8, пропускающим излучение с длиной волны больше 500 мμ. Фотографический слой помещался за графитовым ступенчатым оптическим клином с разностью плотностей соседних ступеней 0,17 в коротковолновой и 0,13 в длинноволновой областях спектра. Длительное и слабое освещение производилось в течение 10, 100 и 1000 сек.

В табл. 2 приведены данные для $\log H$ в зависимости от времени освещения для пленки Принтон К для $D = 1$; $\log H$ для $t = 10$ сек.

принят условно за 1,00. Здесь видно, что отклонения от закона взаимозаменяемости одинаковы для обеих областей спектра. Параллельно определялось изменение светочувствительности слоя, вызванное предварительным кратковременным освещением слоя вспышкой импульсной лампы для каждой из этих областей спектра и для каждого из времен последующего длительного и слабого освещения. Эти данные ($\Delta \log S$) также приведены в табл. 2. $\Delta \log S$ для 10 сек. принят условно за 1,00.

Таблица 2

Область спектра	$\lambda = 300-380 \text{ м}\mu$			$\lambda > 500 \text{ м}\mu$		
	t, сек.	10	100	1000	10	100
$\log H$	1,00	1,11	1,40	1,00	1,12	1,38
$\Delta \log S$	1,00	1,17	1,41	1,00	1,00	1,03

Из табл. 2 видно, что увеличение светочувствительности слоя, вызванное предварительным кратковременным его освещением, зависит от времени последующего освещения только в коротковолновой области спектра. Это увеличение светочувствительности здесь просто устраняет те причины, которые вызывают отклонения от закона взаимозаменяемости при длительных временах освещения. Это не происходит в длинноволновой области спектра, где увеличение светочувствительности, вызванное предварительным освещением слоя вспышкой импульсной лампы, не зависит от продолжительности последующего длительного освещения и, следовательно, не связано с процессами, вызывающими отклонение от закона взаимозаменяемости. По всей вероятности, при падении красного света на слой, в котором имеются субцентры, происходит отрыв от них электронов, улавливаемых в дальнейшем центрами светочувствительности, что дальше ведет к образованию центров скрытого изображения.

Отсутствие связи с процессами, вызывающими отклонение от закона взаимозаменяемости, а также соответствие между положением максимума кривой спектрального поглощения света окрашенного монокристалла AgBr и положением максимума кривой зависимости $\Delta \log S_\lambda$ от длины волны в длинноволновой области спектра заставляет нас думать, что эта полоса поглощения определяется мельчайшими частицами серебра, образующимися в эмульсионном кристалле при его освещении. Это, как нам кажется, является доказательством того, что и при малом количестве света, соответствующем фотографическим экспозициям, в зернах слоя образуются мельчайшие частицы серебра.

В работе принимала участие Н. О. Васюкова, которой выражаю благодарность.

Государственный оптический институт

Поступило
13 VI 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. В. Савостьянова, УФН, 11, 451 (1931). ² R. Hilsch u. R. W. Pohl, Z. Phys., 64, 605 (1930). ³ W. F. Berg, Trans. Farad. Soc., 39, 115 (1943). ⁴ К. С. Вульфсон, Электричество, № 11 (1946). ⁵ ГОСТ 2817-45, Метод общесенситометрического испытания. ⁶ P. C. Burton and W. F. Berg, Photogr. Journ., 86 B, 1 (1946).