

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Ж. Л. БРОУН и А. В. БОРИН

**ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОХИМИЧЕСКОГО УСИЛЕНИЯ СКРЫТОГО
ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ ВРЕМЕНИ ВТОРОГО СОЗРЕВАНИЯ ЭМУЛЬСИЙ**

(Представлено академиком А. Н. Терениным 29 X 1953)

Одним из авторов ранее было показано (¹), что степень усиления скрытого изображения действием второй экспозиции зависит от способа изготовления эмульсии. Вместе с тем работами К. В. Чибисова с сотр. (²) установлено, что в процессе второго созревания светочувствительность эмульсий проходит через максимум. В связи с этим представляло интерес выяснить зависимость эффекта фотохимического усиления от времени второго созревания при различных условиях приготовления эмульсий.

Для изучения этой зависимости были использованы метод и установка, обычно применявшиеся нами для исследования фотохимического усиления скрытого изображения (¹). Метод заключался в двойной экспозиции, в результате чего получалась возможность дотраивать центры сублатентного изображения до проявляемого состояния. Установка состояла из двойного монохроматора с приспособлением для многократного экспонирования белым светом (первая экспозиция) с выдержками от 1 до 32 сек., для чего после каждой выдержки кассета перемещалась вертикально на определенное расстояние. Это экспонирование образовывало на слоях скрытое и сублатентное изображение. Затем производилось экспонирование монохроматическим светом в течение 1 часа при очень малой фотоактиничной освещенности, соответствующей порогу светочувствительности фотографического слоя (вторая экспозиция). Перемещая кассету в горизонтальном направлении, можно экспонировать монохроматическим светом различных длин волн. В результате второго экспонирования сублатентное изображение усиливалось, после чего производилось проявление.

Определение прироста оптической плотности, полученного в результате дотройки субцентров до проявляемого состояния, производилось в соответствии с принятым нами методом (¹).

Произведя второе экспонирование монохроматическим светом различных длин волн, можно получить спектральное распределение эффекта фотохимического усиления скрытого изображения. Для выражения эффекта усиления применялся метод, подобный определению спектральной светочувствительности. Величина, характеризующая эффект усиления, может быть названа спектральным коэффициентом усиления и определена для каждой λ как обратная величина второй экспозиции, вызывающая некоторый определенный прирост потемнения ΔD ; в качестве критерия эффекта усиления выбирается максимальное значение ΔD_0 , получаемое в данной серии опытов. Если при

некоторой λ вторая экспозиция H_{λ}^* вызвала прирост потемнения ΔD_{λ} , то приведенная экспозиция H'_{λ} , которая позволит превратить эффект усиления из ΔD_{λ} в ΔD_0 , может быть вычислена из соотношения

$$\frac{\lg H_{\lambda}}{\Delta D_{\lambda}} = \frac{\lg H'_{\lambda}}{\Delta D_0}, \quad \text{т. е. } \lg H'_{\lambda} = \lg H_{\lambda} \frac{\Delta D_0}{\Delta D_{\lambda}}.$$

Так как, по определению, спектральный коэффициент усиления $S'_{\lambda} = 1/H'_{\lambda}$, то можно написать:

$$\lg S'_{\lambda} = -\lg H'_{\lambda} = -\lg H_{\lambda} \frac{\Delta D_0}{\Delta D_{\lambda}}.$$

Ранее проведенное одним из авторов исследование показало, что зависимость $\lg S'_{\lambda}$ от λ имеет вид, подобный ходу кривой спектральной чувствительности.

Полученные по описанному выше методу фотограммы проявлялись в течение 8 мин. в проявителе К. В. Чибисова при $T = 20 \pm 0,5^{\circ}$.

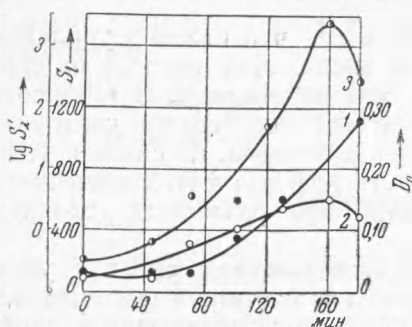


Рис. 1. Зависимость спектрального коэффициента усиления ($\lg S'_{\lambda}$) от времени второго созревания t_2 для несенсибилизированной эмульсии. 4 сек. без золота. 1 — ход изменения светочувствительности; 2 — ход изменения спектрального коэффициента усиления

Полученные для несенсибилизированной и сенсибилизированной золотом эмульсии экспериментальные данные представлены (см. рис. 1 и 2) в виде двух типов кривых, выражающих зависимость светочувствительности S_i (определенной по критерию фотографической инерции) и спектрального коэффициента усиления $\lg S'_{\lambda=460 \text{ мк}}$ от времени второго созревания эмульсии. Для сравнения со светочувствительностью в различные моменты второго созревания были взяты значения спектрального коэффициента усиления для $\lambda = 460 \text{ мк}$, при которой эта величина в случае эмульсий, не подвергнутых оптической сенсибилизации, достигала максимума.

Из приведенных кривых видно, что у несенсибилизированной эмульсии наибольший эффект фотохимического усиления получается в момент достижения максимальной светочувствительности. В случае эмульсии, сенсибилизированной золотом, максимум фотохимического усиления опережает максимум светочувствительности. Это обстоятельство указывает на то, что при применении сенсибилизации золотом и достижении эмульсией во втором созревании максимальной светочувствительности требуется бóльшая вторая экспозиция, чтобы получить некоторый эффект усиления, принятый за критерий (в данной серии опытов $\Delta D_0 = 0,05$), чем экспозиция для эмульсии с наибольшим значением S'_{λ} . Кроме этого, из экспериментальных данных видно, что минимальное значение H'_{λ} для эмульсий с сенсибилизацией золотом заметно меньше, чем с несенсибилизированной эмульсией.

Для объяснения этого явления основное значение имеет, повидимому, положение (выдвинутое в работах К. В. Чибисова с сотр.) о механизме второго созревания как топохимической достройки уже

* Величина H_{λ} определялась по кривой распределения энергии в спектре установки и выражалась в относительных единицах.

образовавшихся к моменту окончания первого созревания на поверхности эмульсионных микрокристаллов центров-зародышей, состоящих из отдельных атомов или наиболее мелких частиц серебра. По мере образования во втором созревании эффективных центров светочувствительности накапливаются также такие субцентры, которые при экспонировании еще не способны достигать размеров центров проявления. Они и образуют сублатентные центры, легко достраивающиеся при второй экспозиции до центров проявления.

При продолжении второго созревания некоторые субцентры превращаются в эффективные центры светочувствительности, что вызывает уменьшение S'_λ , так как общее число центров-зародышей ограничено и во втором созревании происходит их достройка, а не образование новых. Светочувствительность S_i уменьшается вследствие эффекта конкуренции. При золотой сенсibilизации образуются более эффективные золотые центры светочувствительности, следовательно, после экспонирования готового слоя в скрытом изображении будут находиться сублатентные центры, которые более близки к состоянию центров проявления. По этой причине для превращения их в центры проявления потребуется меньшая вторая экспозиция.

Исследование оптически сенсibilизированных эмульсий показало более сложную картину, определяемую, по-видимому, присутствием красителя. Типичным для таких эмульсий, а также для эмульсий с одновременной сенсibilизацией золотом является больший эффект усиления в области длины волны, соответствующей максимуму оптической сенсibilизации.

В заключение авторы выражают благодарность проф. Е. А. Кириллову и чл.-корр. АН СССР К. В. Чибисову за советы и ценные указания, а также А. Б. Гольденберг и Т. И. Смолко за помощь в экспериментальной части работы.

Физический институт
Одесского государственного университета

Поступило
20 X 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ж. Л. Броун, Успехи научной фотографии, 1, изд. АН СССР, 1951, стр. 235. ² К. В. Чибисов с сотр., Тр. НИКФИ, в. 8 (1949).

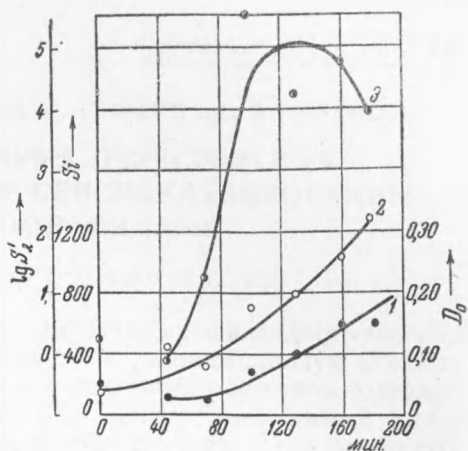


Рис. 2. Зависимость спектрального коэффициента усиления ($\lg S'_\lambda$) от времени второго созревания t_2 для эмульсии, сенсibilизированной золотом (4 сек.). Обозначения те же, что на рис. 1