

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Н. Г. СУШКИН и И. А. КОВНЕР

**ОТСТУПЛЕНИЯ ОТ ЗАКОНА ВЗАИМНОСТИ
ПРИ ФОТОГРАФИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОНОВ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 16 VIII 1948)

Кинетика многих фотохимических реакций подчиняется закону взаимности, согласно которому фотохимический эффект определяется произведением интенсивности падающего света I на время освещения t . Однако фотографическое действие света, как правило, этому закону не подчиняется. В этом случае чаще всего пользуются соотношением Шварцшильда, согласно которому почернение фотоэмульсии определяется произведением It^p , где p — коэффициент, отличный от единицы.

До сих пор считалось, что при воздействии электронов на фотографические эмульсии закон взаимности выполняется с большой степенью точности (¹).

Проведенные авторами исследования показали, что и в случае экспонирования электронами для некоторых сортов пластинок наблюдаются значительные отступления от этого закона.

Для проверки выполнения закона взаимности снимались электронные сенситограммы исследуемых эмульсий двумя способами: при постоянной плотности тока электронного пучка и переменном времени экспозиции и при постоянном времени экспозиции и переменной интенсивности. На основании полученных данных строились характеристические кривые, представляющие зависимость почернения от плотности заряда.

В качестве сенситометра использовался обычный магнитный электронный микроскоп типа ЭМ-100.

Для сенситометрирования из микроскопа вынимались апертурная диафрагма и патрон объекта. Фотографическая пластинка помещалась в специально сконструированный адаптер, служащий для передвижения пластинки внутри микроскопа без нарушения вакуума.

При включенном микроскопе в плоскости пластинки получается электронное изображение диафрагмы поля зрения проекционной линзы. Это изображение представляет собой круглое пятно, диаметр которого зависит от тока в линзе и может плавно меняться в пределах от 1 до 120 мм.

Помещенный над пластинкой непрозрачный экран с целью вырезает из пятна полосу шириной 6 мм.

При правильной юстировке микроскопа плотность тока постоянна по всему полю изображения, а общий ток пучка не меняется при изменении тока в проекционной линзе. Для измерения тока пучка проекционная линза выключалась, и пучок диаметром в 1 мм направлялся в фарадеев цилиндр. Этот цилиндр, тщательно изолированный

от всех частей микроскопа, соединялся через гальванометр с анодом микроскопа. Таким образом, показания гальванометра давали значения полного тока пучка, который всегда устанавливался в $1,35 \cdot 10^{-10}$ А. Плотность тока равна полному току, деленному на площадь изображения.

Для проверки равномерности плотности тока в поле изображения, было заснято три пятна диаметрами 3,5; 6 и 9,25 см. Каждое из полученных изображений было профотометрировано по двум взаимно перпендикулярным направлениям в 8 точках по диаметру. Отклонение в почернении не превышало 2% от среднего значения.

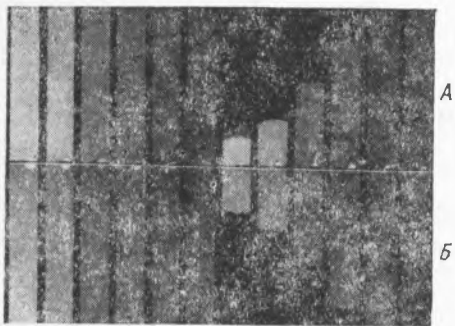


Рис. 1. Электронная сенситограмма; А — пластинка Spektralblau rapid (АГФА), Б — пластинка 1630/1 (НИКФИ)

лось 6 ступеней с возрастающей интенсивностью.

Для получения кривой почернения при постоянной интенсивности и переменном времени экспозиции пластинка вновь передвигалась, диаметр пятна выбирался постоянным (8,5 см) и пластинка экспонировалась в течение 1 сек., затем 4, 8, 16 и т. д. В результате получалось еще 6 ступеней с экспозициями от 1 до 64 сек.

Для надежности получаемых результатов и исключения влияния всех случайных факторов в кассету закладывались параллельно две пластинки размером 3×9 см различного сорта. Это давало возможность экспонировать обе пластинки одновременно.

Затем пластинки одновременно проявлялись в обычном проявителе и закреплялись в кислоте фиксаже.

На рис. 1 дана фотография сенситограмм двух пластинок, полученных описанным способом при скорости электронов 20 kV. Первая из них — Spektralblau rapid фирмы АГФА, вторая — репродукционная пластинка НИКФИ, эмульсия № 1630/1.

На рис. 2 представлены кривые почернения этих же пластинок. Для первой пластинки кривые, полученные при изменении экспозиции и при изменении интенсивности, совпадают друг с другом, что свидетельствует о соблюдении закона взаимности для данных условий. У второй — кривая, полученная изменением интенсивности, идет выше. Для почернения 0,5 поправочный коэффициент (показатель

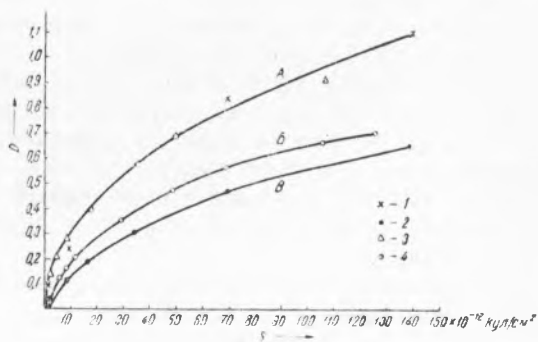


Рис. 2. Характеристические кривые; А — пластинка Spektralblau rapid (АГФА); Б и В — пластинка 1630/1 (НИКФИ). 1, 2 — изменение по экспозиции, 3, 4 — изменение по интенсивности

степени при времени экспозиции) равен 0,88. Практически это значит, что для получения одного и того же почернения $D=0,5$ в случае малой интенсивности ($I=2,26 \cdot 10^{-12}$ А/см²) требуется плотность заряда (It) в 1,5 раз больше, чем в случае большей интенсивности ($I=58,00 \cdot 10^{-12}$ А/см²).

Проведенные исследования показали, что отступления от закона взаимности наблюдаются также для других сортов репродукционных пластинок НИКФИ, пластинок изоорто (фабрики № 2), микро (НИКФИ) и некоторых других.

Полученные результаты представляют несомненный интерес как для практической электронной фотографии, так и для теории фотографических процессов.

В настоящее время проводятся дальнейшие исследования роли различных факторов в нарушении закона взаимности и выявления причин, лежащих в основе этого явления.

В заключение авторы считают своим приятным долгом принести благодарность проф. В. А. Фабриканту за ценные указания и проявленный интерес к работе, а также Е. Н. Второву за помощь, оказанную при проведении эксперимента.

Московский энергетический институт
им. В. М. Молотова

Поступило
7 VII 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. Bothe, Z. Phys., 8, 243 (1922). ² C. D. Ellis and W. A. Wooster, Proc. Roy. Soc., A, 114, 266 (1927). ³ D. Goster and P. G. van Zanten, Physica, 6, 17 (1939). ⁴ A. Charlesby, Proc. Phys. Soc., 52, part 5 (1940). ⁵ A. Becker and E. Kippan, Ann. Phys., Leipz., 10, 15 (1931). ⁶ M. J. Naeken, Phys. Z., 31, 296 (1930).