

УДК 539.1.073.7

НЕКОТОРЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПЛАСТИНЧАТЫХ МИКРОКРИСТАЛЛАХ БРОМИСТОГО СЕРЕБРА

Картужанский А. Л., Лиев А. Х.

Показана возможность использования интерференционных явлений в пластинчатых микрокристаллах бромистого серебра для исследования формирования их структуры и развития фотолита.

В последние годы большое внимание привлекли к себе [1] известные ранее только по патентам фотографические AgHal -эмульсии с пластинчатыми микрокристаллами (ПМК), толщина которых в десятки и даже сотни раз меньше их поперечника. Особенности пропускания света слоями таких эмульсий — весьма узкая индикатриса рассеяния, сильное преобладание зеркального отражения над рассеянием — позволили сочетать в них два важнейших свойства, ранее считавшиеся взаимоисключающими друг друга, а именно высокую чувствительность и высокую разрешающую способность. ПМК интересны и тем, что имеют оптимальную конфигурацию для извлечения фотогенерируемых электронов проводимости из объема на поверхность к месту нахождения центров чувствительности [2]. Все это делает ПМК предметом интенсивного изучения во многих лабораториях.

В ходе исследований фотоэмульсий с бромосеребряными ПМК авторы наблюдали в них некоторые оптические явления, не встречающиеся у микрокристаллов других форм и более толстых. Так, все ПМК при рассматривании их под микроскопом обладают отчетливо выраженной окраской; в синтезированных нами образцах чаще других встречалась светло-желтая окраска с отклонениями от нее в обе стороны вплоть до зеленой и оранжевой соответственно. Мы объяснили появление окраски тем, что ПМК в принципе, будучи плоскопараллельными пластинками (последнее было установлено электронной микроскопией угольных реплик с ПМК), должны вести себя как интерференционные светофильтры. В частности, в отраженном свете они должны выделять из пучка белого света только такую составляющую, для которой выполняется условие $4nh \cos r = \lambda$ (n — показатель преломления AgBr , h — толщина ПМК, r — угол преломления).

Таким образом, окраска ПМК позволяет с хорошей точностью оценить толщину ПМК, а различия окраски отдельных ПМК позволяют судить о степени неоднородности исследуемой совокупности ПМК по толщине. Ввиду высокого показателя преломления AgBr относительно желатины (>1.5) каждое отражение от плоской поверхности ПМК, верхней или нижней, ведет к потере света до 5 %, поэтому в проходящем свете те же ПМК окрашены слабее, но тем не менее дополнительность этой окраски (она варьирует от пурпурной до голубой) по отношению к окраске в отраженном свете достаточно отчетлива, в полном согласии с представлением о ПМК как интерференционном светофильтре. Наблюденная картина означает, что цветовой контроль в отраженном свете может стать эффективным приемом сортировки ПМК по толщине. Смысл такой сортировки определяется тем, что на поверхности ПМК локализованы интерференционные максимумы и минимумы, и поэтому они являются местом преимущественного действия квазимонохроматического излучения, выделяе-

мого ПМК; вместе с тем на поверхностях адсорбируется и сенсibiliзирующий краситель, вводимый в эмульсию. Поэтому если все ПМК в данной эмульсии удастся сделать одноцветными и со спектральным максимумом этого цвета согласовать максимум поглощения вводимого красителя, то такая эмульсия будет отличаться чрезвычайно высокой эффективностью поглощения экспонирующего света, хотя и выбирая из него только одну составляющую, но зато используя ее полностью.

Написанное условие показывает также, что если по какой-либо причине в ПМК возникнет локальное изменение показателя преломления при сохране-

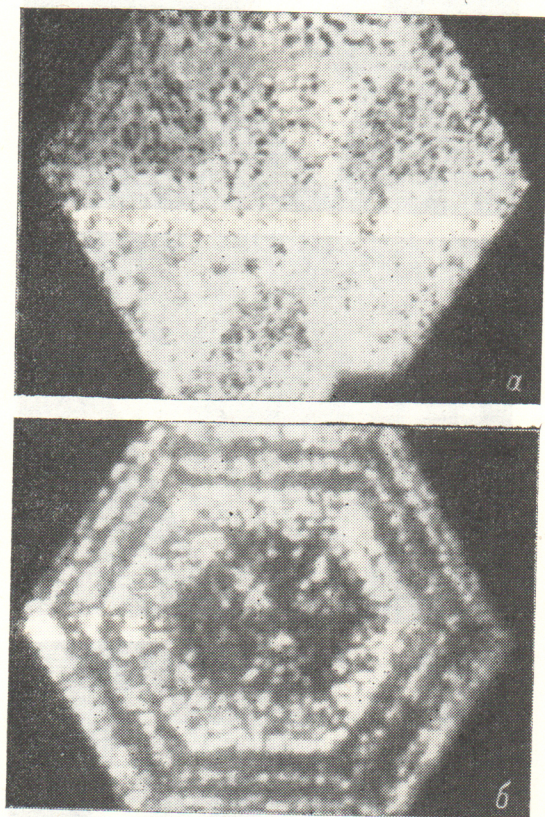


Рис. 1.

нии его неизменным во всем остальном объеме, оно должно сразу обнаружить себя в виде появления локального изменения окраски на фоне неизменной окраски остального объема ПМК. Среди причин изменения n две легко предвидеть сразу же: возникновение частиц фотолитического серебра и возникновение внутренних напряжений. Для лучшего наблюдения ожидаемых эффектов мы приготовили специальные более крупные ПМК (до $150 \div 200$ мкм по наибольшему измерению) в безжелатиновой водной среде. Более удобное наблюдение в них определяется еще и тем, что в воздушной среде френелевское отражение от поверхностей ПМК доходит до 15% (показатель преломления AgBr относительно воздуха 2.3) и окраска, как и ее изменения, много интенсивнее.

Возникновение частиц фотолитического серебра хорошо видно на снимках рис. 1, а и б. Обращает на себя внимание регулярное расположение частиц; поскольку местами их отложения служат протяженные дефекты структуры ПМК, то с этой точки зрения представленные снимки очень наглядны, выявляя правильный блочный характер структуры (причем число блоков равно числу сторон многоугольника) и синхронный пульсирующий рост всех блоков, по-

видимому, обусловленный пульсацией концентрации ионов Ag^+ во время роста ПМК из раствора. Возникновение внутренних напряжений представлено снимками на рис. 2, *a—в*. Причина возникновения напряжений на рис. 2, *a* неясна (возможно, этот ПМК клинообразен по сечению), но на рис. 2, *б* и *в* вполне

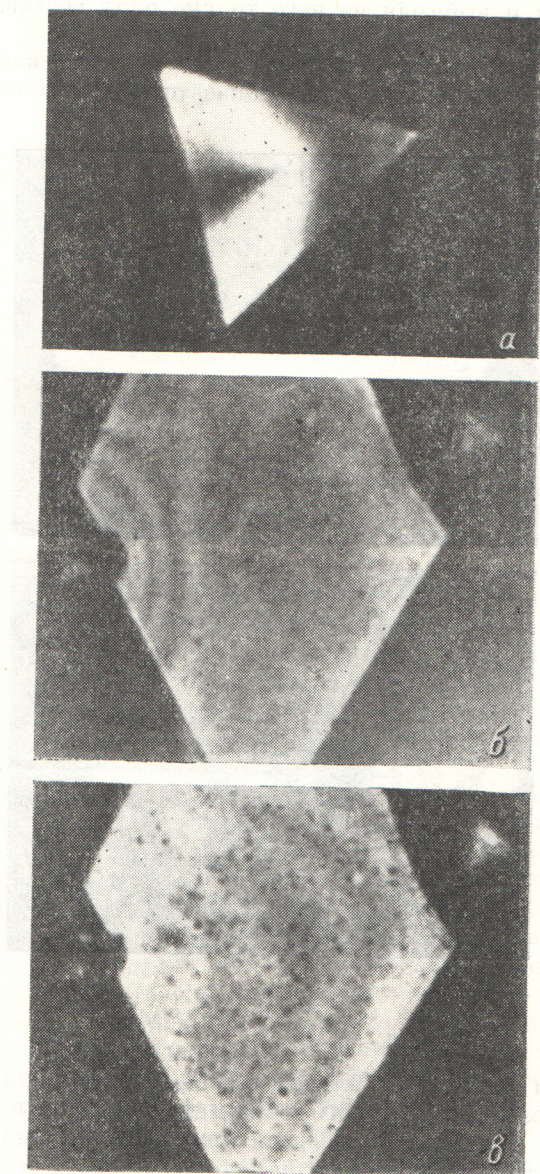


Рис. 2.

очевидна: в обоих случаях у одной из вершин растет крупная частица серебра, вызывающая локальное утоньшение самого ПМК вследствие расходования AgBr (со сдвигом окраски в этой части ПМК), возникновение в нем концентрических чередующихся зон повышенного и пониженного напряжения и постепенное их распространение на весь ПМК, сопровождаемое некоторым их перераспределением.

Все представленные на рис. 2 снимки очень напоминают фотографии, обычно получаемые в поляризованном свете при изучении напряжений в прозрачных средах оптическим методом. Однако получены они (подчеркнем это специально)

в естественном свете, поэтому особенности AgBr-ПМК, связанные с интерференционными явлениями в них, открывают совершенно новые возможности для исследования формирования их структуры и развития фотолита в них.

Литература

- [1] Berg W. F. — J. Photogr. Sci., 1983, v. 31, p. 62.
[2] Mitchell J. W. — J. Soc. Photogr. Sci. a. Technol. Japan, 1985, v. 48, p.191.

Поступило в Редакцию 7 февраля 1986 г.