

## ВЛИЯНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛАТИН НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ МИКРОКРИСТАЛЛОВ AgBr

Карданова З.И., \*Азизов И.К., Пшуков А.М., Шебзухова М.А., Савинцев А.П.

*Кабардино-Балкарский Государственный Университет им. Х.М. Бербекова*

\*kocev.isuf@mail.ru

*В статье представлены результаты исследований плоских микрокристаллов бромистого серебра с гранями [111] на поверхности желатиновых пленок. Методом синтеза определялось наличие фотографически активных компонент в различных фотографических желатинах. Показано присутствие в японских инертных желатинах аналитически неопределяемых, фотографически активных примесей, влияющих на формирование плоских микрокристаллов бромида серебра и их чувствительность. Результаты исследований позволяют оценить фотографическую активность желатин.*

**Ключевые слова:** плоские микрокристаллы бромистого серебра, пластическая деформация, фотографические желатины различной активности.

## EFFECT OF PHOTOGRAPHICALLY ACTIVE IMPURITIES GELATIN ON THE FORMATION OF FLAT MICROCRYSTALS AgBr

Kardanova Z.I., Azizov I.K., Pshukov A.M., Shebzukhova M.A., Savintsev A.P.

*Kabardino-Balkarian State University*

*The article presents the results of studies of flat silver bromide microcrystals with [111] faces on the surface of gelatin films. The presence of photographically active components in various photographic gelatins was determined by the synthesis method. The presence of analytically undetectable photographically active impurities in Japanese inert gelatins, which affect the formation of flat silver bromide microcrystals and their sensitivity, is shown. The results of the studies allow us to estimate the photographic activity of gelatin.*

**Keyword:** flat microcrystals of silver bromide, plastic deformation, photographic gelatins of varying activity.

### **Введение**

Целью настоящей работы являлось выяснение наличия в желатинах различных производителей фотографически активных примесей, влияющих на формирование плоских микрокристаллов (МК) бромида серебра.

Также стимулировало наши дальнейшие исследования свойств плоских МК бромистого серебра, возможность использования обнаруженного нами [1–3] явления пластической деформации МК под действием электромагнитного излучения в диапазоне собственного поглощения бромида серебра (428–463 нм) с целью создания датчика для регистрации мало интенсивных излучений в сине-фиолетовой части спектра, а также для изготовления фотографических материалов с плоскими МК [4], регистрирующих слабые коротковолновые излучения видимой области спектра.

### **Материалы и методика эксперимента**

Методика получения МК: 50 мл 1 %-ного раствора  $\text{AgNO}_3$  в течение трёх мин вливали в 50 мл одно-нормального раствора  $\text{KBr}$  при температуре 35 °С. Осадок промывали декантацией и заливали 300 мл 15 %-ного раствора аммиака. Отверстие сосуда закрывалось плотной бумагой, и раствор простаивал 1–2

суток при комнатной температуре, после чего раствор тонким слоем наносили на предметное стекло. Через 1–2 мин на поверхность стекла оседали крупные, диаметром 20–100 мкм МК (рис. 1). Во избежание оседания более мелких кристаллов избыток раствора удаляли фильтровальной бумагой. Готовые препараты промывали дистиллированной водой для удаления растворимых солей.

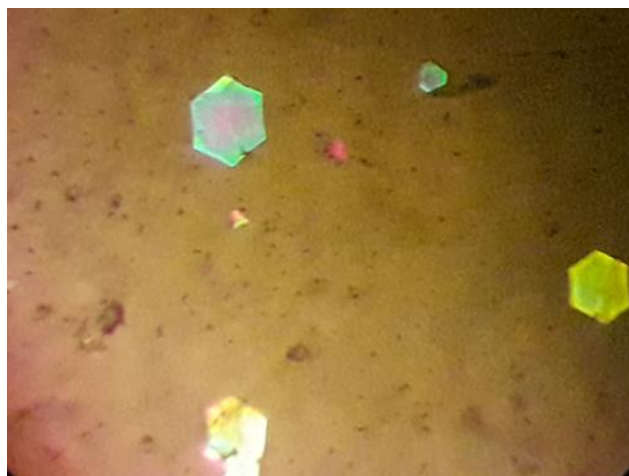


Рис. 1. Фотография микрокристаллов бромида серебра, полученная с помощью оптического микроскопа

Для обнаружения влияния различных типов желатин на формирование плоских МК AgBr, одинаковые объемы 6 %-х растворов фотографических желатин наносили на стеклянные пластины. Полученные желатиновые пленки сушили при комнатной температуре без доступа воздуха. На высушенные желатиновые пленки наносили равные объемы аммиачного раствора AgBr.

Для исследований брали японский и российский инертный желатин, и российский фотографически активный желатин. К инертным относятся те сорта, которые практически не содержат (аналитически определяемых примесей) сенсibilизаторов или тормозителей и оказывают минимальное влияние на светочувствительность эмульсий. Активные сорта, напротив, сильно влияют на светочувствительность эмульсий даже в процессе их расплавления [6]. Фотографические свойства инертных желатин можно изменить, добавляя синтетические вещества с нужными свойствами.

### Результаты и их обсуждение

Наблюдение за ростом МК на оптическом микроскопе VELOMET показало, что на поверхности инертной российской фотографической желатине образуются крупные плоские кристаллы и небольшое количество мелких кристаллов различной величины и толщины в основном с гранями [111] [7, 8, 11], но не обнаружены деформированные МК (рис. 2).



Рис. 2. Фотография микрокристаллов, синтезированных на поверхности инертной российской фотографической желатине в проходящем свете

Фотографически активные компоненты, содержащиеся в желатиновой пленке, создали центры скрытого изображения в растущих МК бромидов серебра [8, 9]. Свидетельством этого является разложение МК бромидов серебра под действием актиничного света, а также изменения окраски МК (рис. 3). При этом по интерференционному цвету (окраске) можно оценить толщину плоских кристаллов.

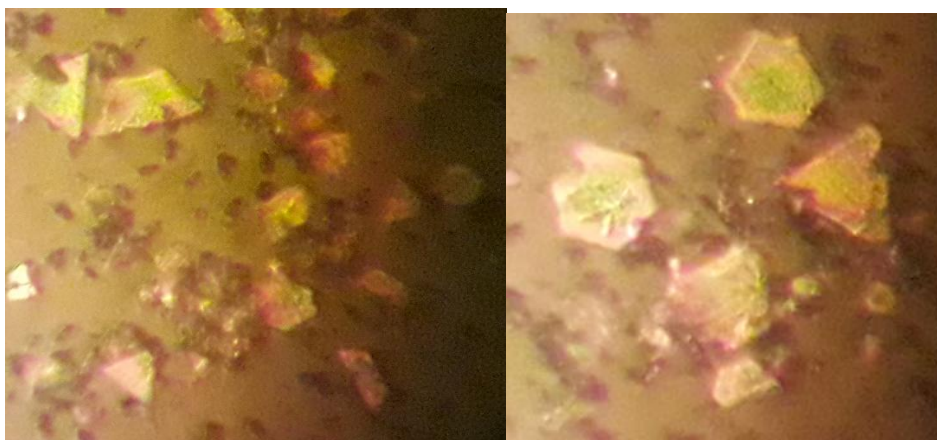


Рис. 3. Фотография микрокристаллов, синтезированных на поверхности высокоактивной фотографической желатине, в отраженном свете, полученная с помощью атомно-силового микроскопа

Одной из важных характеристик интерференции является зависимость окраски МК от показателя преломления. При поглощении света МК галогенида серебра возбужденные фотоэлектроны восстанавливают межузельные ионы серебра, такой процесс сопровождается изменением показателя преломления МК. Так как фотолитическое серебро агрегируется в наиболее дефектных местах поверхности (объема) МК, то это приводит к изменению интерференционной картины в местах выхода фотолитического серебра. Из-за изменения показателя преломления в этих местах происходит изменение окраски (цвета), что позволяет восстановить предысторию роста самого МК и проследить эволюцию образования серебряных агрегатов на поверхности МК.

Наблюдая за ростом МК бромистого серебра на поверхности японской инертной желатины, мы обнаружили много деформированных плоских МК. На рис. 4 отчетливо видны деформированные МК AgBr треугольной формы, чего не наблюдается при синтезе МК на поверхности российской инертной желатины.



Рис. 4. Фотография деформированного микрокристалла на поверхности японской инертной фотографической желатине в отраженном свете

Исходя из результатов эксперимента можно предположить, что в японских фотографически инертных желатинах содержатся фотографически активные примеси, влияющие на формирование плоских МК

галогенидов серебра, а также оказывающих существенное влияние на их светочувствительность. Пластическая деформация при действии излучения происходит довольно быстро, в течение 1–2 с с начала засветки.

Для выяснения возможных корреляций между фотографической активностью и структурой высушенных фотографических желатиновых пленок, провели исследования их поверхностей с помощью атомно-силового микроскопа Solver P47. Результаты показали, что различной активности фотографические желатины имеют отличную друг от друга структуру поверхности, хотя образцы были приготовлены при абсолютно одинаковых условиях. Так, поверхность инертных желатин имеет чрезвычайно много неровностей- в виде кристаллитов (рис. 5), тогда как на поверхности малоактивных желатин имеются на порядок меньше кристаллитов, количество кристаллитов на поверхности японской инертной желатины гораздо больше, чем на инертной российской (рис. 6).

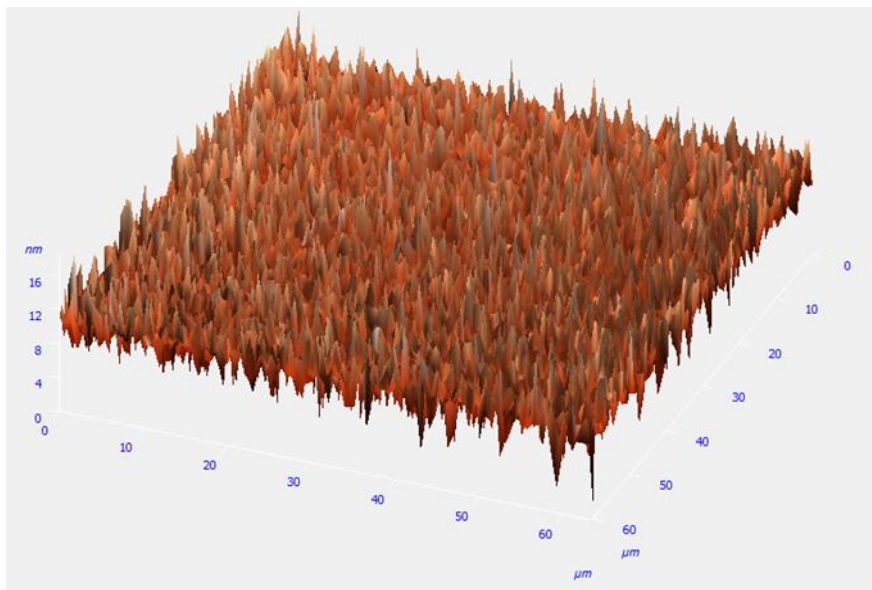


Рис. 5. Фотография поверхности, высушенной японской инертной желатины, сделанная с помощью атомно-силового микроскопа

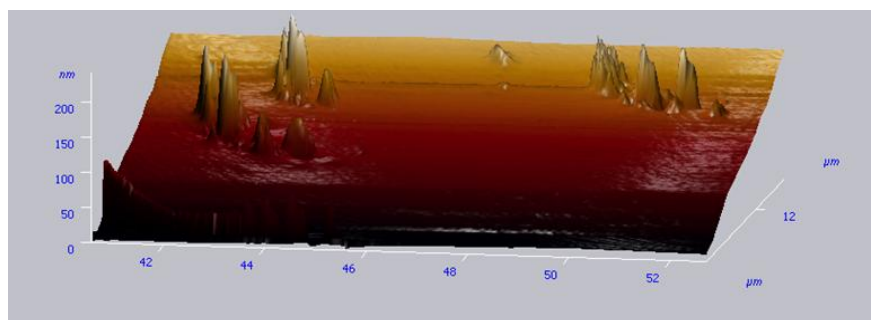


Рис. 6. Фотография поверхности высушенной российской инертной желатины, сделанная с помощью атомно-силового микроскопа

Показано [10], что кристаллиты являются активными ловушками фотоэлектронов, возможно, это и является причиной наличия многих деформированных МК на поверхности японской инертной желатины.

Наблюдая за ростом МК бромида серебра, мы впервые обнаружили деформацию МК бромистого серебра вдоль трех кристаллографических осей, т. е. всестороннее сжатие, под действием сине-фиолетовой части спектра 428–463 нм (рис. 7).

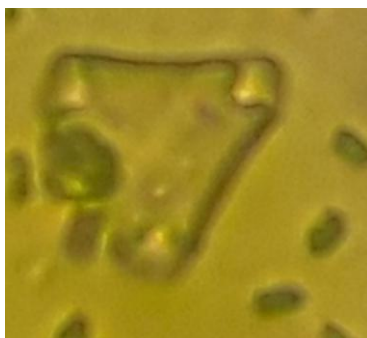


Рис. 7. Фотография деформированного микрокристалла, синтезированного на поверхности пленки японской инертной фотографической желатины в проходящем свете

В ранее опубликованных работах [1–3] деформация МК наблюдалась как загибание острых углов МК структура его верхней треугольной формы с гранями [111] под действием света, как показано на рис. 8. Механизм явления всестороннего сжатия нуждается в дальнейшем объяснении.

### Заключение

При проведении экспериментов методом синтеза, плоских микрокристаллов бромистого серебра на поверхности высушенных желатиновых пленок обнаружен новый вид деформации, всестороннее сжатие МК бромида серебра под действием света. Этот метод можно применить и для определения наличия фотографических активных примесей в желатинах. Существует несколько альтернативных механизмов формирования и роста плоских МК, одним из которых является механизм образования плоских МК путем коалесценции изометричных октаэдрических [111] МК. Однако мы получили ряд экспериментальных фактов [1–3], свидетельствующих о существовании ионного механизма роста плоских МК. Возможно, в случае всестороннего сжатия могут сосуществовать конкурентный, ионный и коалесцентный механизмы роста плоских МК, а инертный японский желатин содержит некий компонент стимулирующий эффект пластической деформации.

Несенсибилизированное собственное поглощение бромида серебра, максимум которого находится в пределах 428–463 нм, за счет которого происходит деформация, может быть использован в качестве датчика низкоинтенсивного излучения в сине-фиолетовой части спектра, возникающего при регистрации элементарных частиц.

### Библиография

1. Азизов И.К., Лиев А.Х., Хоконов Х.Б. Оптические явления в плоских МК галогенидов серебра // Кристаллография. 2002. № 6. С. 346–349.
2. Azizov I.K., Live A.Kh., Khokonov Kh.B. Optical Phenomena in Planar AgBr Microcrystals // Crystallography Reports. 2003. V. 48, N 32. P. 311–314.
3. Azizov I.K., Belingotov B.A., Kardanova Z.I., Khokonov Kh.B. Mechanical deformation of flat silver bromide microcrystals under illumination // Crystallography Reports. 2012. V. 57. P. 920–922.
4. Акимов. И.А. Элементарные процессы в молекулах. М., 1966. 397 с.
5. Мейкляр П.В. Физические процессы при образовании скрытого фотографического изображения. М.: Наука, 1972. 104 с.
6. Миз К., Джеймс Т.Д. Теория фотографического процесса, 1973. 75 с.
7. Мотт Н., Герни Р. Электронные процессы в ионных кристаллах. М., 1951. 484 с.
8. Карданова З.И., Ципинова А.Х., Азизов И.К. Исследование люминесцентных свойств желатины и ее влияние на люминесценцию микрокристаллов AgBr // Кристаллография. 2022. Т. 67, № 2. С. 299–303.
9. Карданова З.И. Об аномальной фосфоресценции органического полупроводника // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. Вып. май. С. 8–9.
10. Каргужанский А.Л., Азизов И.К. Спектральные и кинетические различия люминесценции фотографических желатин разных типов // Журнал прикладной спектроскопии. 1973. Т. 19, № 5. С. 872–876.
11. Милан А., Девиц Н., Ван-Руст С. Морфология и двухплоскостная структура стержневых кристаллов бромистого серебра // Физика. Химия. Физика. 2000. № 2. С. 171–175.