

# Результаты сканирующей электронной микроскопии эксплантированных ИОЛ из гидрофильного акрила с помутнениями

А.А. Гамидов<sup>1</sup>И.А. Новиков<sup>1</sup>А.А. Цымбал<sup>2</sup>Р.А. Гамидов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
ул. Россолимо 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»  
(Сеченовский Университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(2):276–283

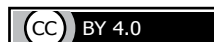
**Цель:** изучение микроскопической картины и микрофотографии эксплантированных хрусталиков из гидрофильного акрила с помутнениями. **Материал и методы.** Было изучено с помощью сканирующего электронного микроскопа 5 образцов мягких гидрофильных акриловых линз производства европейских стран и США. **Результаты.** Практически во всех случаях ( $n = 4$ ) изменения в ИОЛ из гидрофильного акрила носили характер поверхностных отложений на передней стенке оптического элемента линзы, причем в основном они локализовались в пределах центральной зоны (проекция области зрачка). В одном случае помутнения носили тотальный характер, располагаясь по всей поверхности гидрофильной ИОЛ с гидрофобным покрытием, включая опорные элементы. Изменения характеризовались образованием кристаллических депозитов на поверхности ИОЛ в разной стадии развития. В начале процесса формировались так называемые первичные точечные преципитаты размером 3–5 мкм. В более позднем периоде помутнения имели вид «взрослых» сферокристаллов с характерным радиально-концентрическим зональным строением размерами до 50 мкм. В одном из образцов ИОЛ был выявлен рост кристаллов под поверхностью, а именно, в толще ИОЛ. **Заключение.** Изменения характеризуют разные стадии одного и того же патологического процесса образования минерала на поверхности ИОЛ с отложением кристаллов с изменяющейся в динамике кристалломорфологией.

**Ключевые слова:** ИОЛ, помутнение, акриловый, гидрофильный, кристалломорфология, сканирующий электронный микроскоп

**Для цитирования:** Гамидов А.А., Новиков И.А., Цымбал А.А., Гамидов Р.А. Результаты сканирующей электронной микроскопии эксплантированных ИОЛ из гидрофильного акрила с помутнениями. *Офтальмология*. 2021;18(2):276–283. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-2-276-283>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# Results of Scanning Electron Microscopy of Explanted Hydrophilic Acrylic IOLs

A.A. Gamidov<sup>1</sup>, I.A. Novikov<sup>1</sup>, A.A. Tsymbal<sup>2</sup>, R.A. Gamidov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Eye Diseases

Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Trubetskaya str., 8-2, Moscow, 119991, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2021;18(2):276–283**

**Purpose:** study the microscopic examination and microtopography of explanted hydrophilic acrylic IOLs with opacification. **Material and methods.** 5 samples of soft hydrophilic acrylic IOLs produced in European countries and the USA were studied. Explanted IOLs were studied using a scanning electron microscope (EVO LS10, Karl Zeiss, Germany-UK). **Results.** In 4 cases changes in hydrophilic acrylic IOL had the character of surface opacification in the area of the anterior wall of the optical element of the lens with localization in the Central zone (pupil area). In one case, the opacities were located over the entire surface of a hydrophilic IOL having a hydrophobic coating. The changes were characterized by the formation of crystalline deposits on the IOL surface at different stages of evolution. In the initial stage, primary point precipitates with sizes of 3–5 microns were formed. At a later stage, the changes had the form of “adult” spherocrystals with a typical radial-concentric zonal structure, up to 50 microns in size. In one of the of IOLs, the growth of crystals under the surface of the lens — in the thickness of IOLs was determined. **Conclusion.** The changes characterize different stages of the same type of pathological process with sedimentation of crystal deposits on the surface of IOL with changing crystallomorphology.

**Keywords:** IOL, opacification, acrylic, hydrophilic, crystallomorphology, scanning electron microscope

**For citation:** Gamidov A.A., Novikov I.A., Tsymbal A.A., Gamidov R.A. Results of Scanning Electron Microscopy of Explanted Hydrophilic Acrylic IOLs. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(2):276–283. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-2-276-283>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

Общеизвестно, что структурные и прочностные свойства материала определяют стабильность и износостойкость имплантатов. Широко используемые в настоящее время мягкие эластичные хрусталики из гидрофильного акрила обладают целым рядом преимуществ, бесспорно отличающих их от предшественников — жестких интраокулярных линз (ИОЛ) из полиметилметакрилата (ПММА) и эластичных силиконовых хрусталиков, а также гидрофобных акриловых ИОЛ. Увеличение спроса именно на гидрофильные акриловые ИОЛ в первую очередь связано с более доступной технологией производства, привлекательной ценой и менее выраженными энтоптическими феноменами в виде эффекта «сверкания». Однако гидрофильные акриловые линзы, так же как и их предшественники (ИОЛ из ПММА и силикона), иногда подвергаются изменениям с формированием необратимых помутнений оптического элемента [1–5], что в ряде случаев вынуждает прибегать к реимплантации ИОЛ [3, 6, 7]. Современному изучению вопроса, связанного с помутнением гидрофильных акриловых хрусталиков, посвящены работы преимущественно зарубежных авторов [8–10]. В доступной отечественной литературе данная проблема практически не освещена.

**Цель** исследования — изучение микроскопической картины и микротопографии эксплантированных хрусталиков из гидрофильного акрила с помутнениями.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Было исследовано 5 образцов эксплантированных мягких хрусталиков из гидрофильного акрила:

образец 1 — IOL LS-312-1Y с гидрофобным покрытием (Oculentis, Германия); образец 2 — IOL Micro + A 123 (PhysIOL, Бельгия); образец 3 — IOL Akreos Adapt AO (Bausch&Lomb, США); образцы 4 и 5 — IOL C-flex и SuperFlex (Rayner, Великобритания).

Перечисленные линзы изучены с помощью сканирующего электронного микроскопа (EVO LS10, Karl Zeiss, Германия — Великобритания) в режиме низкого вакуума (70 Па) с возможностью получения снимка в обратно-рассеянных электронах (BSE-изображение). Оценку особенностей микротопографии изучаемых образцов ИОЛ проводили с применением детектора вторичных электронов (SE-изображение) при разности потенциалов, определяющей энергию электронов в осветительной системе электронного микроскопа 10–20 кВ и токе на поверхности изучаемых образцов ИОЛ величиной 0,6–1 нА.

Предварительный сбор анамнеза позволил выявить взаимосвязь между помутнениями ИОЛ и отягощенным офтальмологическим статусом пациентов. Так, во всех случаях имело место указание на наличие глаукомы, увеита или сопутствующего сахарного диабета. Проведению фактоэмюльсификации с имплантацией ИОЛ предшествовали либо следовали за ней другие глазные вмешательства: операции по поводу глаукомы, витрэктомия, сквозная кератопластика.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

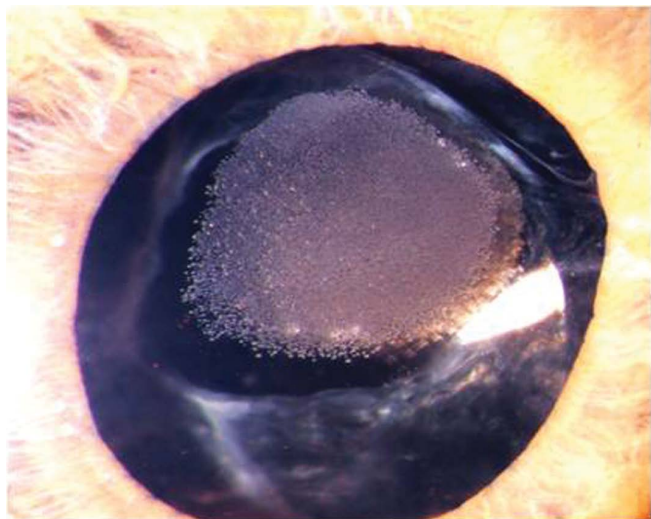
В подавляющем большинстве случаев ( $n = 4$ ) помутнения в гидрофильных акриловых хрусталиках носили

A.A. Gamidov, I.A. Novikov, A.A. Tsymbal, R.A. Gamidov

Contact information: Gamidov Alibek A. [algam@bk.ru](mailto:algam@bk.ru)

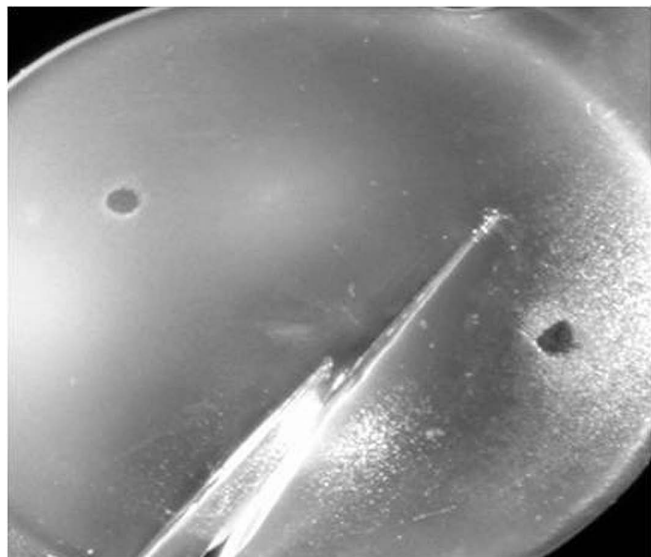
Results of Scanning Electron Microscopy of Explanted Hydrophilic Acrylic IOLs

характер поверхностных депозитов на передней стенке оптического элемента ИОЛ, расположенных преимущественно, в границах центральной области, которые нередко совпадали по площади и конфигурации со зрачковым отверстием (рис. 1). У одного пациента помутнения покрывали полностью всю поверхность хрусталика, в том числе гаптические элементы ИОЛ. Из анамнеза известно, что обладатели всех исследуемых линз были женского пола.



**Рис. 1.** Результаты биомикроскопии. В оптической зоне на передней поверхности гидрофильного хрусталика имеется большой участок помутнения

**Fig. 1.** Biomicroscopy results. In the optical zone on the anterior surface of the hydrophilic lens, there is a large opacity area



**Рис. 2.** Картина светооптической микроскопии ИОЛ 1-го образца ИОЛ. Мелкозернистые отложения, равномерно покрывающие всю поверхность гидрофильной ИОЛ с гидрофобным покрытием

**Fig. 2.** Light microscopic image of the hydrophilic acrylic IOL, sample 1 (hydrophilic acrylic IOL with hydrophobic surface coated). Total opacification of the entire lens surface

Исследование образца 1 с помощью световой микроскопии выявило отложения, равномерно покрывающие сплошным налетом белого цвета всю поверхность ИОЛ с обеих сторон, в том числе гаптические элементы хрусталика (рис. 2).

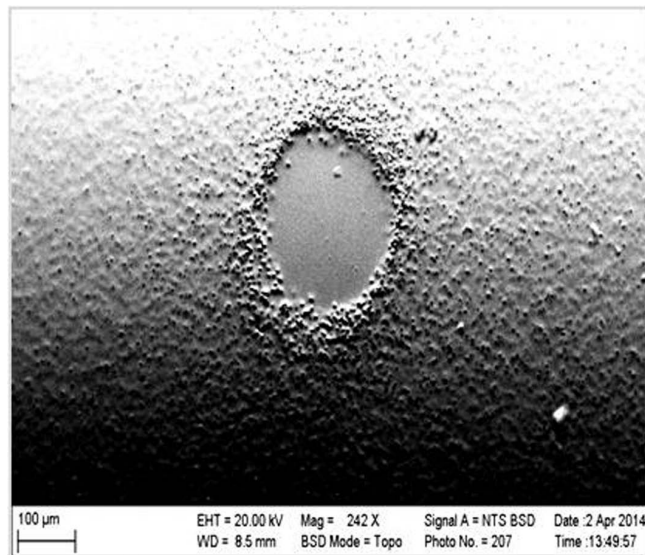
На SE-изображении, полученном в ходе исследования, выявлено наличие мелкозернистых отложений неправильных размеров и формы, несколько возвышающихся в виде мелких бугорков размерами 3–5 мкм (рис. 3).

Как видно на рисунке 3, плотность точечных преципитатов и их сосредоточение на поверхности 1-го образца линзы отличались неоднородностью с максимальной концентрацией в пределах оптического элемента хрусталика. При этом плотность «бугорков» составляла 60–70 преципитатов/100 мкм<sup>2</sup>. Распространенность преципитатов на поверхности гаптических элементов имела схожую, но менее выраженную картину. Выявлено увеличение плотности преципитатов (до 80–100 шт./100 мкм<sup>2</sup>) в областях ИОЛ, имеющих технологические неровности (углубления). Поверхность самого углубления, как следует из рисунка, не содержит включений.

Исследование структуры самих первично зарождающихся преципитатов по BSE-изображению позволило обнаружить в составе отложений рефлектирующие включения в виде «молодых» кристаллов (рис. 4).

SE-изображение 2-го образца ИОЛ позволило выявить скопления множественных гранул, имеющих концентрическую форму, с локализацией в оптической зоне на передней поверхности линзы (рис. 5).

Указанные депозиты имели вид больших гранул полигональной формы (рис. 6), отдельные индивиды собираются в компактные группы. Многие разделены



**Рис. 3.** Микротопография 1-го образца ИОЛ. Поверхность ИОЛ равномерно покрыта слоем, состоящим из точечных возвышений, плотность которых увеличивается в области неровностей

**Fig. 3.** IOL microtopography, sample 1. The whole lens is covered by a diffuse fine-grained film, more dense at surface irregularities such as the crater-like impression shown here



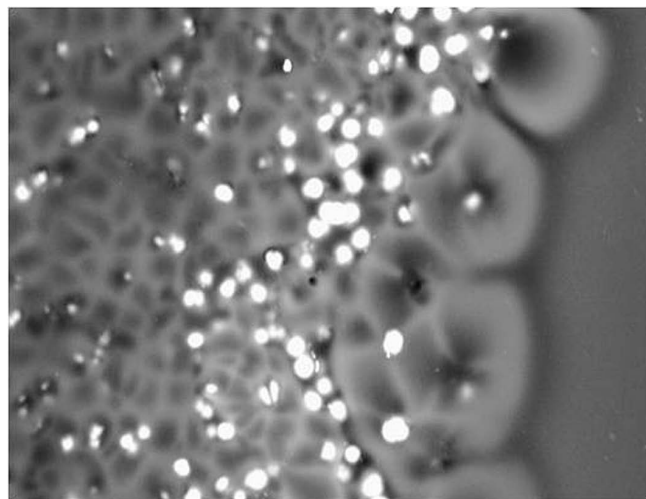
клиновидными бороздами с разнонаправленным ходом. Можно предположить, что данные борозды есть не что иное, как разрывы материала искусственного хрусталика. Отмечается относительно крупный размер кристаллических депозитов (10–20 мкм), их плотность в зоне расположения помутнений имела относительно равномерные значения и составляла 30–40 шт./100 мкм<sup>2</sup>.

Типичное для кристаллов концентрическое строение минеральных образований проявлялось в микрорельефе по всей измененной передней поверхности хрусталика. Центральная зона каждого индивидуального кристалла имела выступающее возвышение (область зарождения кристалла), которое окружали так называемые ритмические кольца (зоны динамического роста), имеющие неоднородную окраску и указывающие, вероятно, на изменения химического состава минерала по мере его «взросления». Непосредственно над полем распространения депозитов поверхность линзы выглядела несколько приподнятой и деформированной.

Представляющим наибольший интерес из исследуемых линз с точки зрения кристалломорфологии и распространения депозитов оказался 3-й образец ИОЛ (рис. 7).

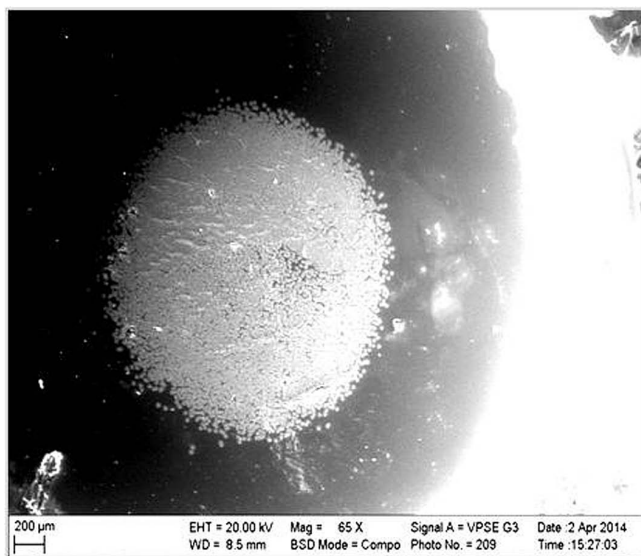
На отдельных участках поверхности линзы отложения формировали сплошной покров с неправильными очертаниями (рис. 7а). На периферии хрусталика, ближе к его краю, имело место наличие немногочисленных разрозненных или собранных в цепочку кристаллов (рис. 7б). Кристаллические отложения обнаруживались не только на поверхности оптики ИОЛ, но и на ее

опорных элементах. Максимальная концентрация кристаллов отмечалась на поверхности в центральной оптической зоне линзы. Процесс кристаллообразования на элементах крепления сопровождался образованием депозитов в основном по кромке гаптических элементов. Размер кристаллических депозитов превышал аналогичный показатель в предыдущем образце ИОЛ в 2 и более раза и составлял от 20 до 50 мкм. Распространенность



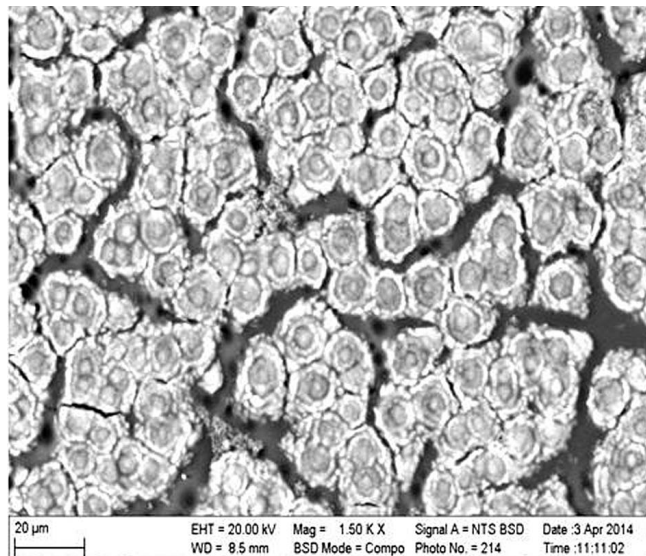
**Рис. 4.** Сканирующая электронная микроскопия 1-го образца ИОЛ. Множественные светящиеся включения в структуре зарождающихся «молодых» кристаллов

**Fig. 4.** Scanning electron microscopy of sample 1. Multiple reflective inclusions within individual mineral deposits in the form of sheaf-like split crystals



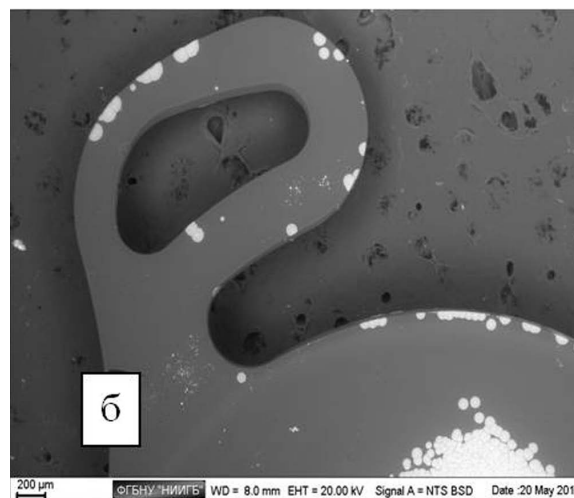
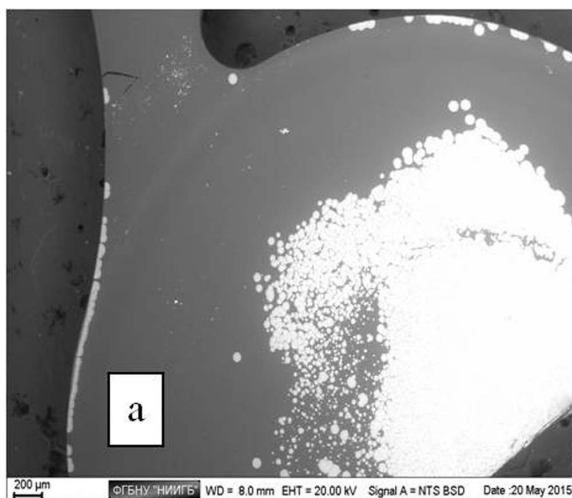
**Рис. 5.** Микротопография 2-го образца ИОЛ. Множественные минеральные депозиты, компактно расположенные в центре на передней поверхности ИОЛ, имеют концентрическую форму, характерную для сферокристаллов

**Fig. 5.** IOL microtopography, sample 2. Numerous concentric mineral deposits compactly located in the centre of the anterior surface of the IOL optical zone



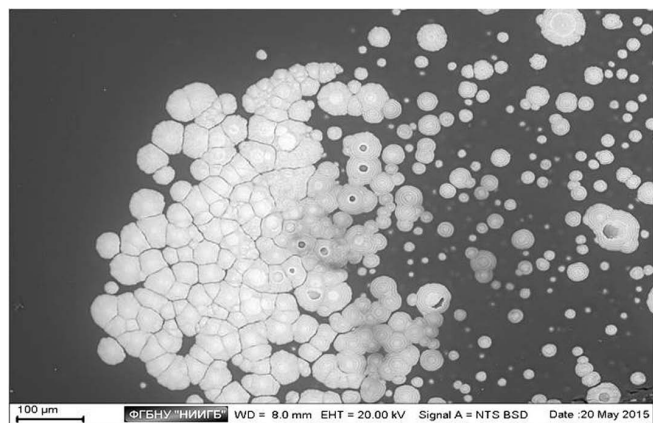
**Рис. 6.** Сканирующая электронная микроскопия 2-го образца ИОЛ. «Взрослые» сферокристаллы полигональной формы с радиально-концентрическим зональным строением («ритмические» кольца)

**Fig. 6.** Scanning electron microscopy of sample 2. Fully-formed spherocrystals with radial concentric zoning on the IOL anterior surface



**Рис. 7.** Микротопография 3-го образца ИОЛ: а — сферокристаллы, местами сросшиеся, покрывают линзу, образуя сплошные участки поверхностного помутнения; б — кристаллы по краю ИОЛ собраны в цепочку

**Fig. 7.** IOL microtopography, sample 3: а — spherocrystals, sometimes fused with each other on the lens, forming continuous areas of surface opacity; б — crystals on the edge of the IOL are collected as in a chain

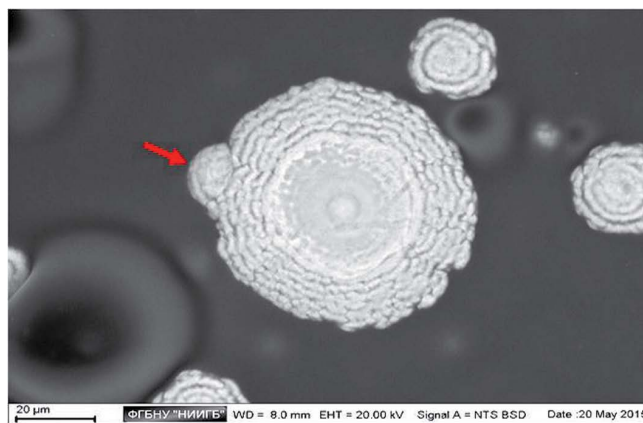


**Рис. 8.** Сканирующая электронная микроскопия 3-го образца ИОЛ. Неравномерное распределение кристаллических депозитов на поверхности ИОЛ

**Fig. 8.** Scanning electron microscopy of sample 3. Irregular place-ment of crystals on the IOL surface

депозитов по поверхности отличалась относительной неравномерностью. Так, зоны с максимальной концентрацией гранул перемежались с участками, имеющими относительно редкое расположение (рис. 8).

Особенностью 3-го образца ИОЛ являлось то, что сферокристаллы отличались друг от друга не только размерами, но и формой. Изолированные кристаллы сохраняли присущую им дисковидную форму. Наоборот, кристаллы, имеющие контакт друг с другом или собирающиеся в группы, теряли правильные очертания. Другой характерной особенностью являлось наличие уплощения в центре кристалла, а также отчетливо выраженная осцилляторная зональность, характеризующаяся присутствием «ритмических» колец (рис. 9).

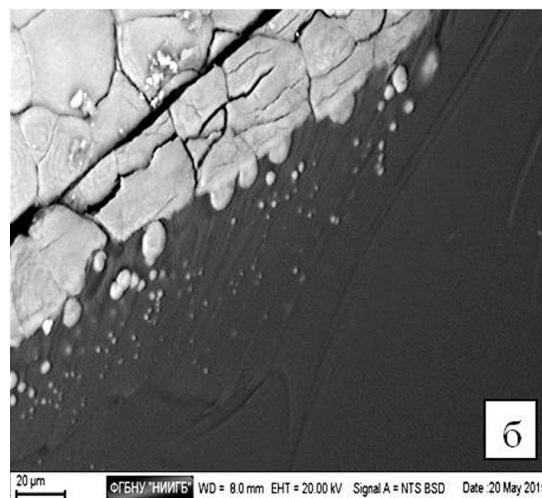
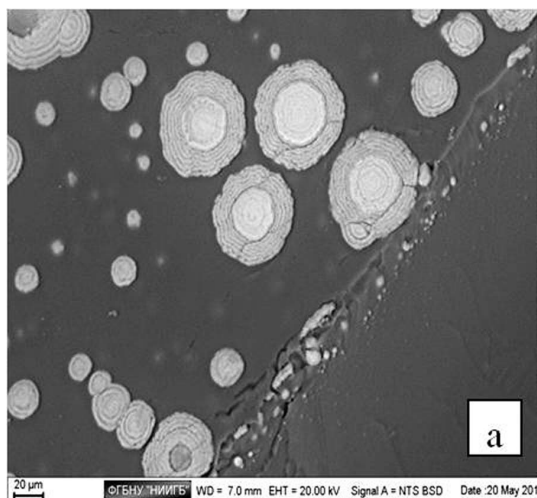


**Рис. 9.** Сканирующая электронная микроскопия 3-го образца ИОЛ. Осцилляторная зональность и уплощение в центре отдельного кристалла, к основному «взрослому» кристаллу примыкает отпочковывающийся «молодой» кристаллический индивид (стрелка)

**Fig. 9.** Scanning electron microscopy of sample 3. Flattening in the center and significant oscillatory zoning of a single crystal. A budding “young” crystal (arrow) is identified by the side of the main crystal

Одним из основных наблюдений, также демонстрирующим непохожесть 3-го образца ИОЛ на другие исследуемые образцы и приоткрывающим тайны, связанные с процессами кристаллизации, оказался обнаруженный рост кристаллов под поверхностью хрусталика, т.е. в толще самой линзы. Максимально зафиксированная глубина распространения кристаллов в толще ИОЛ составила 40 мкм. Процесс зарождения кристаллов в теле линзы протекал, вероятно, менее интенсивно, чем на поверхности. При этом скорость роста кристалла в условиях недостаточного доступа к питающему «раствору» (влага передней камеры) ограничивалась стенкой ИОЛ. В результате этого найденные кристаллические включения сохраняли незавершенный





**Рис. 10.** Сканирующая электронная микроскопия 3-го образца ИОЛ с исследованием поперечного разреза линзы. На а–б под кромкой, со стороны рассеченной поверхности линзы, видны вновь образующиеся небольшого размера (до 10 мкм) кристаллы и сколы сферокристаллов. Самые крупные из них расположены непосредственно под поверхностью хрусталика

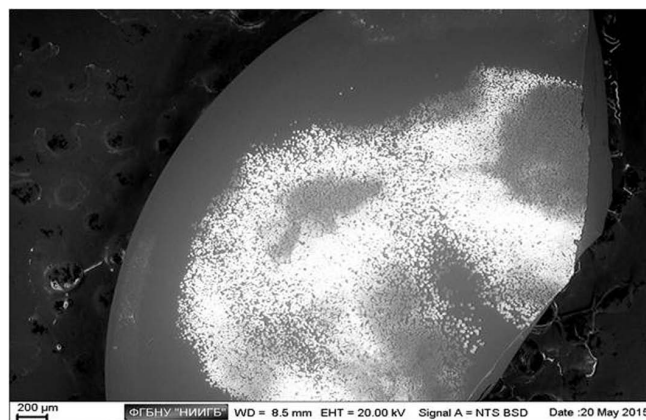
**Fig. 10.** Scanning electron microscopy of sample 3. a–b: under the edge, on the mechanically dissected surface, nascent crystals up to 10 microns in size and chips of spherocrystals of various sizes are visible. The largest of them are located directly below the IOL surface

вид, останавливаясь в росте на этапе зарождающихся кристаллов (рис. 10а, б). Незавершенный процесс кристаллообразования ограничивал размеры указанных включений пределами 2–10 мкм.

Общеизвестно, что рост кристалла в условно-твердой среде — в нашем случае в толще искусственного хрусталика — непосредственно связан со скоростью проникновения питающего раствора и его насыщенности компонентами, входящими в его состав. В данном случае процесс пропитывания гидрофильной линзы раствором (влажностью передней камеры) ограничивался поверхностью ИОЛ, что в описываемой системе сдерживало рост минерала по мере его отдаления от поверхности хрусталика.

Картина изменений в 4-м образце ИОЛ сопровождалась ростом множественных кристаллических депозитов на передней поверхности оптического элемента (рис. 11). Ближе к периферическим отделам слияние депозитов приводило к формированию практически сплошного поверхностного минерального комплекса, содержащего в своем составе «молодые» сферокристаллы без четкой зональности и размерами 5–10 мкм, средней плотностью распространения 50–60 шт./100 мкм<sup>2</sup>. По направлению к центру и краю ИОЛ способность к кристаллообразованию постепенно уменьшалась, распределение кристаллов по поверхности становилось более разобщенным. Ближе к центру и у края ИОЛ, а также на поверхности гаптических элементов присутствия минеральных депозитов отмечено не было.

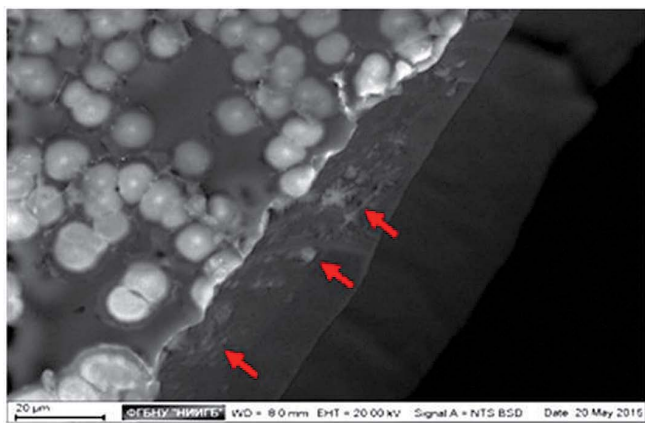
Исследование 4-го образца ИОЛ в области поперечного среза позволило выявить наличие минеральных компонентов электролитов в виде «снежинок», без явных признаков, указывающих на образование сферокристаллов (рис. 12).



**Рис. 11.** Микрофотография 4-го образца ИОЛ. Отчетливо определяются центры зарождения кристаллов (светлые участки) на средней периферии ИОЛ и их отсутствие по краю и на гаптических элементах ИОЛ

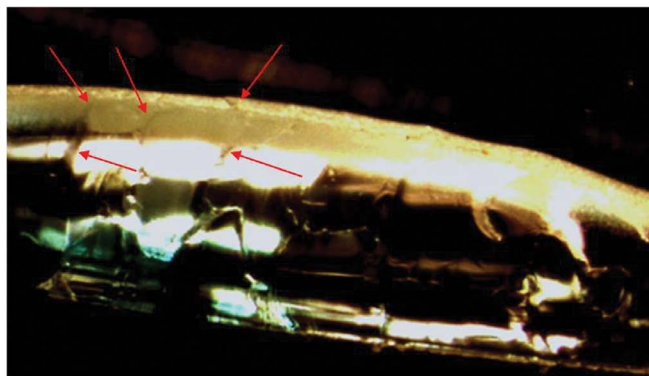
**Fig. 11.** IOL microtopography, sample 4. Areas of formation of crystals (light zones) around the optical center and the absence of deposits near the lens edge and on the haptic IOL

Изучение 5-го образца ИОЛ показало наличие схожих изменений, ранее уже наблюдаемых в 4-м образце. При этом минеральные депозиты распределялись по поверхности ИОЛ аналогичным образом (рис. 13). Плотное скопление кристаллов вокруг центра создавало своеобразное кольцо неправильной формы за счет неравномерного распределения депозитов. Полиморфизм и разнообразие размеров (1–22 мкм) отдельных кристаллов указывает на непрерывность процесса кристаллообразования с циклическим развитием минерала, что подтверждалось наличием в составе минерального отложения как «взрослых», так и зарождающихся кристаллов. Признаков роста кристаллов в толще ИОЛ не отмечено.



**Рис. 12.** Сканирующая электронная микроскопия 4-го образца ИОЛ. Под поверхностью линзы на ее поперечном механическом срезе имеются следы отложений в виде минеральных компонентов электролитов (стрелки) без признаков образования кристаллов

**Fig. 12.** Scanning electron microscopy of sample 4. Under the edge, on the mechanically dissected lens surface, mineral deposits of electrolytes (arrows) are determined without any signs of spherocrystals formation

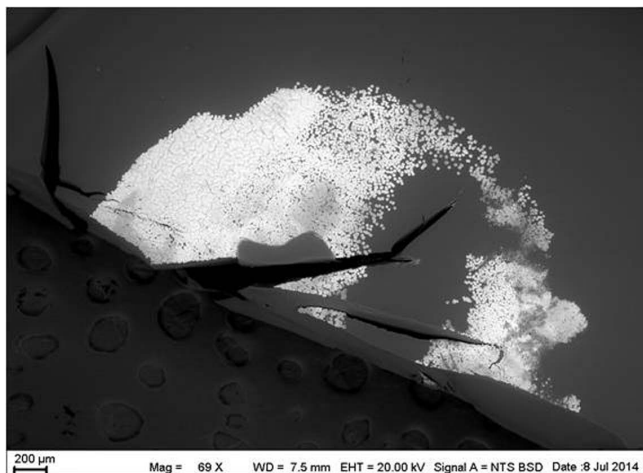


**Рис. 14.** Результаты светооптической микроскопии 2-го образца ИОЛ в срезе. На поверхности линзы отмечается плотный слой минерального отложения. Поверхность ИОЛ выглядит неровной. Отмечаются трещины в самом минеральном отложении и в толще ИОЛ (стрелки)

**Fig. 4.** Light microscopic image of the hydrophilic acrylic IOL, sample 5. On the lens surface is a dense layer of mineral deposits. Its surface looks uneven. Cracks in the deposit and in the lens itself (arrows)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С высокой долей вероятности можно утверждать, что все наблюдаемые изменения в ИОЛ характеризуют разные этапы одного и того же патологического процесса, связанного с образованием минерала с изменяющейся по мере роста кристалломорфологией. На начальном этапе на месте первичного органического осадка происходит зарождение первичных кристаллов



**Рис. 13.** Сканирующая электронная микроскопия 5-го образца ИОЛ. Плотное скопление (участки зарождения в виде светлых зон) кристаллов вокруг центра на средней периферии ИОЛ создавало своеобразное кольцо неправильной формы за счет неравномерного распределения депозитов. На поперечных срезах рост кристаллов не определяется

**Fig. 13.** Scanning electron microscopy of sample 5. Crystal formation areas (light zones) around the center, near the IOL periphery are visualized. The maximum concentration of crystals is shifted to one edge of the lens. On the cross-section, the growth of crystals is not determined

(преципитатов) с последующим расщеплением на множественные аналогичные преципитаты (образцы 1 и 4), которые при дальнейшем развитии приобретают признаки «взрослых» сферокристаллов (образцы 2 и 3) с типичной осцилляторной зональностью. На начальном этапе кристаллизационное усилие не столь заметно и не приводит к заметной деформации искусственного хрусталика. Дальнейший рост минерала и смыкание растущих кристаллов провоцирует раздвигание центров их зарождения, что приводит к возникновению клиновидных разнонаправленных борозд, формированию разрывов тела линзы (рис. 14) и деформации ИОЛ.

На примере образца 1 продемонстрирована возможность формирования кристаллических депозитов в гидрофильных хрусталиках с гидрофобной поверхностью. Отмеченный рост сферокристаллов под поверхностью ИОЛ (образец 3) указывает на возможность распространения процесса в толщу самой линзы. Важным представляется дальнейшее изучение химического состава отложений для полного понимания механизма зарождения минеральных депозитов на поверхности ИОЛ.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Гамидов А.А. — дизайн исследования, сбор данных, научное редактирование;  
Новиков И.А. — написание текста, интерпретация данных;  
Цымбал А.А. — написание текста;  
Гамидов Р.А. — оформление библиографии, подготовка иллюстраций.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Kim S.M., Choi S. Clinical efficacy and complications of intraocular lens exchange for opacified intraocular lenses. *Korean Journal of Ophthalmol.* 2008;22:228–235. DOI: 10.3341/kjo.2008.22.4.228
- Mackey T.A., Werner L., Soliman M.M. Opacification of two Hydrophilic acrylic intraocular lenses 3 months after implantation. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging.* 2003;34(3):197–202. DOI: 10.3928/1542-8877.20030501-06

3. Mamalis N., Brubaker J., Davis D., Espandar L., Werner L. Complications of foldable intraocular lenses requiring explantation or secondary intervention 2007 survey update. *J. Cataract Refract. Surg.* 2008;34(9):1584–1591. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.05.046
4. Neuhann I.M., Werner L., Izak A.M., Pandey S.K., Kleinmann G., Mamalis N., Neuhann T., Apple D. Late postoperative opacification of a Hydrophilic acrylic (Hydrogel) intraocular lens. A clinicopathological analysis of 106 explants. *Ophthalmology.* 2004;111:2094–2101. DOI: 10.1016/j.ophtha.2004.06.032
5. Гамидов А.А., Касьянов А.А., Федоров А.А., Сипливы В.И. Клинические случаи нарушения прозрачности акриловых ИОЛ. *Практическая медицина.* 2012;59(4):267–270. [Gamidov A.A., Kasjanov A.A., Fedorov A.A., Siplivy V.I. Clinical cases of transparency disturbance of acrylic IO. *Practical medicine = Prakticheskaja Medicina.* 2012;59(4):267–270 (In Russ.)].
6. Werner L. Causes of intraocular lens opacification or discoloration. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007;33(4):713–726. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.01.015
7. Верзин А.А., Власенко А.В., Копяев С.Ю., Узунян Д.Г., Бурцева А.А. Определение показаний к замене интраокулярной линзы при нарушении прозрачности материала в отдаленные сроки после имплантации. *Практическая медицина.* 2018;16(5):117–123. [Verzin A.A., Vlasenko A.V., Kopayev S.Yu., Uzunyan D.G., Burtseva A.A. Defining indications for intraocular lens exchange in case of material transparency violation in postoperative period. *Practical medicine = Prakticheskaja Medicina.* 2018;16(5):117–123 (In Russ.)].
8. Park C.Y., Chuck R.S. Reversible opacification of a hydrophilic acrylic intraocular lens. *J. Cataract Refract. Surg.* 2012;38:166–169. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.08.027
9. Neuhann I.M., Stoduka P., Werner L., Mamalis N., Pandey S.K., Kleinmann G. Two opacification patterns of the same hydrophilic acrylic polymer; Case reports and clinicopathological correlation. *J. Cataract Refract. Surgery.* 2006;32:879–886. DOI: 10.1016/j.jcrs.2006.01.076
10. Гамидов А.А., Федоров А.А., Новиков И.А., Касьянов А.А., Сипливы В.И. Анализ причин помутнений акриловых интраокулярных линз. *Вестник офтальмологии.* 2015;131(3):64–70. [Gamidov A.A., Fedorov A.A., Novikov I.A., Kas'yanov A.A., Siplivyy V.I. Analyzing causes for opacification of acrylic IOLs. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii.* 2015;131(3):64–67 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2015131364-70

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»

Гамидов Алибек Абдулмуталимович  
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»

Новиков Иван Александрович  
старший научный сотрудник лаборатории фундаментальных исследований в офтальмологии  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации

Цымбал Александр Александрович  
доктор медицинских наук, профессор кафедры патологической физиологии  
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, 119991, Москва, Российская Федерация

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации

Гамидов Рустам Алибекович  
студент  
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, 119991, Москва, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases

Gamidov Alibek A.

MD, senior researcher of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department

Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases

Novikov Ivan A.

senior researcher the of Basic Research in Ophthalmology Department

Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Tsymbal Aleksandr A.

MD, Professor of Pathological physiology Department

Trubetskaya str., 8–2, Moscow, 119991, Russian Federation

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Gamidov Rustam A.

student

Trubetskaya str., 8–2, Moscow, 119991, Russian Federation