

УДК 549.623.5:548.326

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛЮД СО СЛЕДАМИ
АВТОДЕФОРМАЦИИ (ЭКСПОЗИЦИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО
МУЗЕЯ им. А.В. СИДОРОВА ИРНТУ)**© Т.Ю. Воронцова¹, Т.В. Демина²¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.²Институт геохимии СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а.

В минералогическом музее им. А.В. Сидорова ИРНТУ экспонируется богатая коллекция слюд со сложной морфологией. Подобные образования достаточно детально описаны в литературе. Основная причина морфологических осложнений – ростовые напряжения, которые обусловлены гетерометрией, вызванной, в свою очередь, неравномерным распределением температуры или состава в объеме индивида. Релаксация ростовых напряжений происходит за счет автодеформаций. Минералы группы слюд, имеющие слоистый характер структуры, совершенную спайность, очень информативны с этой точки зрения. Характерной чертой слюд (особенно калиевого и литий-глиноземистого ряда) является способность чешуек изгибаться от очень незначительной степени до образования сложных форм.

Музейная коллекция слюд широко представлена географически: Центральный Казахстан, Восточная Сибирь, Забайкальский край, Монголия, Канада, Италия. Задача музея – подразделить указанные слюды на известные в литературе морфологические типы. Из них наиболее подробно рассматриваются сферокристаллы, так называемый «барботов глаз», имеющий концентрически-скорлуповатое строение, почковидную форму с фасетчатой поверхностью. Также описаны гроздевидные образования, составляющие явление того же порядка, но не достигшие степени совершенства «барботова глаза». Вместе с тем приведено и редкое для слюд образование – друза кристаллизации, представляющая собой эффектный штуф, где пластинки лепидолита нарастают на уплощенный индивид полевого шпата.

Слюды музейной коллекции подразделены на сферокристаллы, гофрированные, перистые, ельчатые, розетковидные и гроздевидные образования (согласно морфологическим характеристикам слюд, описанным в литературе). Подразделение слюд со следами автодеформаций по морфологическим типам и описание причин их необычного внешнего вида покажет студентам и любителям камня сложность процессов минералообразования.

Ключевые слова: слюды; мусковит; лепидолит; индивид; гетерометрия; ростовые напряжения; автодеформация; морфологические типы; сферолит; «барботов глаз».

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MICA WITH THE SIGNS
OF AUTODEFORMATION (PERMANENT EXHIBITION OF INRTU
MINERALOGICAL MUSEUM NAMED AFTER A.V. SIDOROV)****T.Yu. Vorontsova, T.V. Demina**

Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

Institute of Geochemistry SB RAS, 1a Favorsky St., Irkutsk, 664033, Russia.

The INRTU mineralogical Museum named after A.V. Sidorov exhibits a rich collection of mica with a complex morphology. Similar formations have been described in details in the literature. The main reason for morphological complications is growth stresses that are caused by heterometry. The latter is caused, in its turn, by uneven distribution of temperature or composition in the sample. Relaxation of growth stresses is due to autodeformation. Having layered nature of structure and perfect cleavage, mica group minerals are very informative from this point of view. A characteristic feature of mica (especially of potassium and lithium alumina series) is the ability of lamina to bend from very small extent to the formation of complex shapes.

¹Воронцова Татьяна Юрьевна, главный хранитель фондов минералогического музея ИРНТУ, e-mail: tyv2011@gmail.com

Vorontsova Tatiana, The Main Keeper of the IRNITU Mineralogical Museum funds, e-mail: tyv2011@gmail.com

²Демина Тамара Васильевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник отдела физики монокристаллов, e-mail: deminat@igc.irk.ru

Demina Tamara, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Senior Researcher of the Single Crystals Physics Department, e-mail: deminat@igc.irk.ru

The museum's collection of mica is widely represented geographically - Central Kazakhstan, Eastern Siberia, the Trans-Baikal region, Mongolia, Canada, Italy. The task of the museum is to classify the named above mica into the known from the literature morphological types. Spherocrystals, the so-called "Barbot eyes" that feature a concentric shelly structure, a reniform with a faceted surface are given the most detailed consideration. Description is also given to grape formations that are referred to the phenomena of the same class but are not as perfect as "Barbot eyes." Attention is paid to a rare formation for mica – it is a crystallization druse, which is represented by a spectacular hand specimen sample, where lepidolite plates grow on the flattened feldspar sample.

Mica from museum collections is divided into spherocrystals, corrugated, feathery, spruce-like, rosette-like and grape-like formations (according to the morphological characteristics of mica described in the literature). Classification of mica with the signs of autodeformation into morphological types and description of the causes of mica unusual appearance will show the students and stone lovers the complexity of mineralization processes.

Keywords: mica; muscovite; lepidolite; sample; heterometry; growth stresses; autodeformation; morphological types; spherulite; "Barbot eye".

Закономерности реального строения минеральных индивидов – это основа генетико-информационной минералогии и онтогении минералов. При этом индивид должен рассматриваться как продукт взаимодействия двух сред: кристаллической (внутренней) и кристаллообразующей (внешней) с учетом закономерности пространственно-временного изменения минеральных индивидов в процессе природного кристаллообразования. При непрерывной смене условий формирования объекта побудительные причины его морфологических изменений могут быть разными. Основным источником – гетерометрия [7] кристаллов (разноразмерность одного индивида на разных его участках), которую можно подразделить на конституционную и температурную. Температурная гетерометрия связана с неравномерным распределением температуры по объему кристалла. Конституционная же гетерометрия обусловлена секториально-зональным строением кристаллов, что способствует неоднородному распределению как видообразующих, так и примесных компонентов [6]. Следствием развития гетерометрии индивидов являются ростовые напряжения, являющиеся движущей силой автодеформации минеральных объектов, которые и способствуют приспособлению растущих объектов к изменившимся условиям. В зависимости от уровня напряжений, от соотношения величин предела прочности и предела текучести происходит хрупкая или пластическая релаксация этих напряжений с помощью ростовой автодеформации. Ростовая автодеформация –

результат самопроизвольной деформации кристаллов в процессе роста – обуславливает возникновение трещин, формирование блочности, зарождение механических двойников, разрастание субиндивидов расщепления вплоть до деформаций изгиб-кручением [10].

Самопроизвольная деформация характерна для группы слюды, имеющих слоистый характер кристаллической структуры и совершенную спайность, обуславливающие различие их свойств во взаимно перпендикулярных направлениях. По физическим свойствам и морфологии кристаллов все минералы группы слюды очень близки между собой. Обычно они образуют кристаллы пластинчатого, короткопризматического, усеченнопирамидального, бипирамидального и столбчато-пирамидального габитуса. Кроме того, нередко слюды образуют агрегаты: сплошные, листовато-пластинчатые, скорлуповато-чешуйчатые или тонкочешуйчатые, иногда друзовидные образования, а также тройники прорастания по слюдяному закону [1, 3]. Характерной особенностью мусковита и лепидолита является наличие кристаллов с различной степенью изогнутости. Особенности строения и состава этой группы минералов объясняются способностью чешуек слюды изгибаться – от очень незначительного искривления вплоть до сложных по своему строению образований [9]. Эти автодеформационные слюды выделены как следующие морфологические типы: сферокристаллы, гофрированные, перистые, ельчатые, розетковидные и гроздевидные.

В минералогическом музее им. А.В. Сидорова ИРННТУ имеется представительная коллекция указанной выше группы минералов, которую необходимо подразделить на известные в литературе морфологические типы.

География рассматриваемых морфологических типов слюд широкая. Образцы сферолитов – из пегматитов Центрального Казахстана, Восточной Сибири, Забайкальского края, Канады. Музейный образец гроздевидной слюды – из пегматитов Завитинского месторождения Забайкальского края. Перистые и ельчатые слюды (в основном мусковит) – из Восточной Сибири, также есть интересный образец из Италии. Розетковидные образования – из Мамско-Чуйского района, Забайкальского края. Гофрированная слюда – небольшой характерный образец из Монголии (рис. 1–5).

Среди представленных слюд особый интерес вызывает морфологический тип «барботов глаз», названный так в честь русского ученого Н.П. Барбота де Марни [4]. Это типичный сферокристалл [2], достаточно полно изученный в данное время. Образцы данного типа, экспонирующиеся в музее, представлены группами из нескольких сферокристаллов или агрегатными корками (см. рис. 1). Внешне поверхность скола обособления

«барботов глаз» почковидная и имеет фасетчатое строение, которое обусловлено тем, что по мере роста сферокристаллов происходило их разбиение на расщепленные субиндивиды с существенно большей и постепенно возрастающей кривизной скорлуповатости в каждом из них. Следует отметить, что для мусковита и лепидолита процесс формирования «барботова глаза» шел разными путями. Сферолиты мусковитового «барботова глаза» развивались из первоначально плоскогранных кристаллов в результате их аксиально-симметричного расщепления вдоль оси [001] при росте в противоположных направлениях [4]. Сферолиты же лепидолитового «барботова глаза», по данным этого же автора, чаще зарождались на пирамидальных кристаллах литиевого мусковита. После завершения роста, а частично и в процессе его сферолиты «барботова глаза» подвергались деформациям, вызывавшим их растрескивание. Оно проходило в двух направлениях: по скорлуповатости и в радиальном, что приводило к тончайшему расслоению по скорлуповатости. При этом вдоль полых трещин отлагались синхронные с ними минералы (кварц, альбит) [4].

Не менее интересен и концентрически-скорлуповатый агрегат мусковита и онкозина. В музейном образце



Рис. 1. «Барботов глаз»:

*а – мусковитовый «барботов глаз», Вишняковское месторождение, Иркутская область;
б – лепидолитовый «барботов глаз», Калбинский хребет, Центральный Казахстан*

(Завитинское месторождение, Забайкальский край), онкозин представляет собой кайму в виде зоны размером 0,5–1 мм вокруг тройниковых сростаний мусковита, размер которых – до 3–4 мм. По-видимому, эта кайма – результат замещения мусковита онкозином. Многочисленные блочные тройниковые сростания чешуек слюды имеют округлые очертания, матовую поверхность, звездчатую форму в разрезе и напоминают «гроздь» (см. рис. 2, а). При микроскопическом изучении онкозина из пегматитов Ильменских гор сферически-скорлуповатый онкозин оказался сложным тройниковым прорастанием мусковитовых индивидов по слюдя-

выраженные штрихи, полосы-рубцы, идущие от центра кристалла к его периферии (см. рис. 3, а, б). В музее наряду с простыми перистыми кристаллами слюды встречаются более сложные образования, требующие дополнительного изучения (см. рис. 3, в, г). Их можно назвать перисто-ельчатыми или ельчатыми. Они состоят из агрегата мелких чешуек мусковита и образуют удлиненные сферолитоподобные или струйчатые, иногда ветвящиеся образования и достигают 5–12 см по удлинению. Ориентировка чешуек слюды в них – вдоль удлинения продолговатых форм сферолитоподобных образований.



Рис. 2. Гроздевидные и гофрированные слюды:
а – гроздевидные образования мусковита с онкозином, Завитинское месторождение, Забайкальский край; б – гофрированная слюда (лепидолит), Монголия

ному закону. Данные индивиды не достигали той степени совершенства, которая свойственна типичному «барботовому глазу», но морфологически составляет явление того же порядка, только менее отчетливо выраженное [4].

Достаточно широко развиты перистые слюды, которые представляют собой также тройниковые прорастания по слюдяному закону, где относительно двойниковых швов располагаются прямолинейные тонкие складки или грубо

розетковидные образования, практически типичные сферолиты [5] в музейной экспозиции представлены образцами из пегматитов Мамско-Чуйского района и Малханского месторождения. Визуально они выглядят как уплощенные сферолиты или являются выколками по спайности полных сферолитов мусковита или лепидолита (см. рис. 4). Эта морфологическая разновидность слюд упоминается в работе В.Е. Загорского [8].

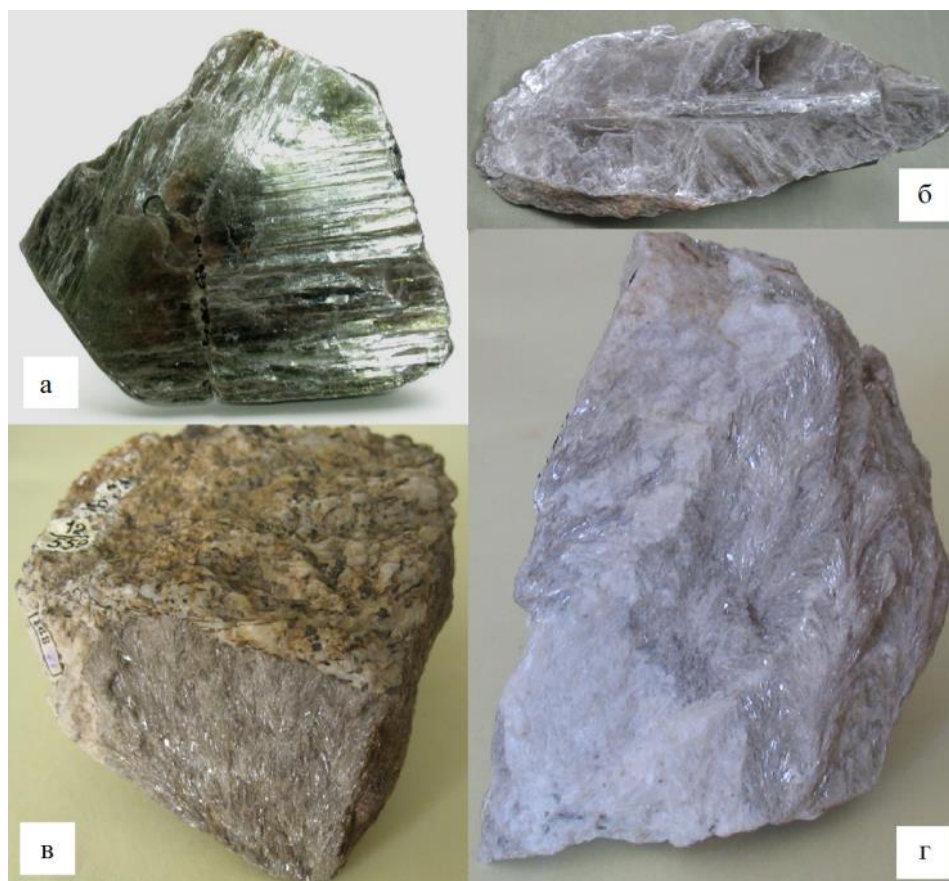


Рис. 3. Перистые и ельчатые слюды:

*а – перистый мусковит, Восточная Сибирь; б – перистый мусковит, Забайкальский край;
в – ельчатый мусковит, Завитинское месторождение; г – ельчатый мусковит, Ломбардия, Италия*



Рис. 4. Розетковидные слюды:

*а – уплощенная розетка мусковита, Мамско-Чуйский район;
б – уплощенная розетка лепидолита, Малханское месторождение*

В музейной экспозиции имеется необычное для слюд образование – друза кристаллизации [2]. Это удивительный по красоте штупф с Малханского месторождения, представляющий собой сращивание тонких (5–6 см) сиреневато-пепельных пластинок лепидолита. Кристаллы

слюды располагаются на крупном уплощенном индивиде полевого шпата, при этом грани базопинакоида перпендикулярны к поверхности кристалла полевого шпата. Лепидолит образует тесную ассоциацию с рубеллитом, голубым клеветландитом и цеолитом.



*Рис. 5. Друза крупночешуйчатого лепидолита.
Малханское месторождение*

Таким образом, светлые слюды музейной коллекции подразделены согласно морфологическим характеристикам слюд, описанным в литературе. Несомненно, для полноты картины требуется дальнейшее изучение морфологических особенностей индивидов с использованием современных методов минералогического анализа (микроскопия, рентгено-

структурный, химический и т.д.).

Экспозиционно-выставочная и экскурсионная работа сотрудников музея является неотъемлемой частью в профессиональной подготовке студентов. Наглядно показать сложность процессов минералообразования, отвечающих за развитие различных морфологических типов минералов, – важная задача музея.

Библиографический список

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: Гос. науч.-техн. изд-во литературы по геологии и охране недр, 1956. 560 с.
2. Воронцова Т.Ю., Самохина И.Д., Вахромеева Л.Д. Раздел онтогении в минералогическом музее Иркутского государственного технического университета // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2011. № 1 (38). С. 172–182.
3. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 518 с.
4. Головачев А.Ф. О барботовом глазе // Записки Всероссийского минералогического общества. 2004. № 4. С. 58–70.
5. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогения минералов. М.: Наука, 1975. 340 с.
6. Демина Т.В. О зависимости состава среды – симметрия (упорядоченность) и диссимметризация кристаллов кордиерита // Известия академии наук. Серия физическая. 2004. № 5 (68). С. 621–624.
7. Демина Т.В., Михайлов М.А. Гексагональные соединения со структурой берилла: связь оптических аномалий с анатомией кристаллов // Записки всесоюзного минералогического общества. 2000. № 5. С. 81–89.
8. Загорский В.Е., Перетяжко И.С. Пегматиты с самоцветами Центрального Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1992. 224 с.

9. Литий-глиноземистые слюды редкометалльных пегматитов (Об образовании скорлуповатых агрегатов литиевых слюд «барботов глаз») / Л.Б. Соколов, Ю.О. Пунин, Е.Н. Котельникова, Ю.Д. Крецер, Н.Н. Предтеченский //

Минералогический журнал. 1987. № 1 (9). С. 55–62.

10. Пунин Ю.О., Штукенберг А.Г. Автодеформационные дефекты кристаллов. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. 318 с.

References

1. Betekhtin A.G. *Kurs mineralogii* [Course on Mineralogy]. Moscow, Gos. nauch.-tekhn. literatury po geologii i okhrane nedr Publ., 1956, 560 p.

2. Vorontsova T.Iu., Samokhina I.D., Vakhromeeva L.D. Razdel ontogenii v minera-logicheskom muzee Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Ontology Section in the mineralogical museum of the Irkutsk State Technical University]. *Izvestiia Sibirskogo otdeleniia Sektzii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii – Proceedings of Siberian Department of the Section of Earth Sciences Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits*, 2011, vol. 38, no. 1, pp. 172–182.

3. Godovikov A.A. *Mineralogiia* [Mineralogy]. Moscow, Nedra Publ., 1975, 518 p.

4. Golovachev A.F. O barbotovom glaze [On Barbot Eye]. *Zapiski Vserossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva – Proceedings of All-Russia Mineralogical Society*, 2004, no. 4, pp. 58–70.

5. Grigor'ev D.P., Zhabin A.G. *Ontogeniia mineralov* [Ontogeny of minerals]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 340 p.

6. Demina T.V. O zavisimosti sostava sredy – simmetrii (uporiadochennost') i dis-simmetrizatsii kristallov kordierita [On the dependence of the medium composition

of symmetry (order) and dissymmetrization of cordierite crystals]. *Izvestiia akademii nauk. Seriya fizicheskaya – Proceedings of the Academy of Sciences. Physical series*, 2004, no. 5 (68), pp. 621–624.

7. Demina T.V., Mikhailov M.A. Geksagonal'nye soedineniia so strukturoi berilla: sviaz' opticheskikh anomalii s anatomiei kristallov [Hexagonal compounds with beryl structure: optical abnormalities and crystal anatomy relationships]. *Zapiski vsesoiuznogo mineralogicheskogo obshchestva – Proceedings of All-Russia Mineralogical Society*, 2000, no. 5, pp. 81–89.

8. Zagorskii V.E., Peretiazhko I.S. *Pegmatity s samotsvetami Tsentral'nogo Zabaikal'ia* [Pegmatites with gems of the Central Transbaikalia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1992, 224 p.

9. Sokolov L.B., Pунин Ю.О., Котельникова Е.Н., Крецер Ю.Д., Предтеченский Н.Н. Литий-глиноземистые слюды редкометалльных пегматитов (Об образовании скорлуповатых агрегатов литиевых слюд «барботов глаз») [Li-aluminous mica of rare-metal pegmatites (On the formation of shelly units of lithium mica of "Barbot Eye")]. *Mineralogicheskii zhurnal – Mineralogical Journal*, 1987, no. 1 (9), pp. 55–62.

10. Пунин Ю.О., Штукенберг А.Г. *Autodeformatsionnye defekty kristallov* [Autodeformational crystal imperfections]. St. Petersburg, SPbGU Publ., 2008, 318 p.

Статья поступила 18.01.2016 г.