

## К ОНТОГЕНИИ МИНЕРАЛОВ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ МИХАЙЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КМА)

**В.А. Слётов**

Российское минералогическое общество, г. Москва,  
http://mindraw.web.ru



Географическое расположение Курской магнитной аномалии.

**Образцы, если не указано иное, из Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии; из коллекции В.А. Слётова, личные сборы 1970–1990-х гг.**

1. Блочные кристаллы **пирита** на почковидной корке из сферокристаллов **сидерита**. Ширина поля зрения 0.4 см. Фото: Т.В.Пашко.



**М**есторождения железных руд Курской магнитной аномалии (КМА) приурочены к Воронежской антеклизе Восточно-Европейской платформы. Нижний структурный этаж относится к докембрийскому фундаменту платформы, верхний составляют полого залегающие осадочные толщи платформенного чехла. Железные руды связаны с кристаллическим фундаментом с глубиной залегания в пределах 60–650 м.

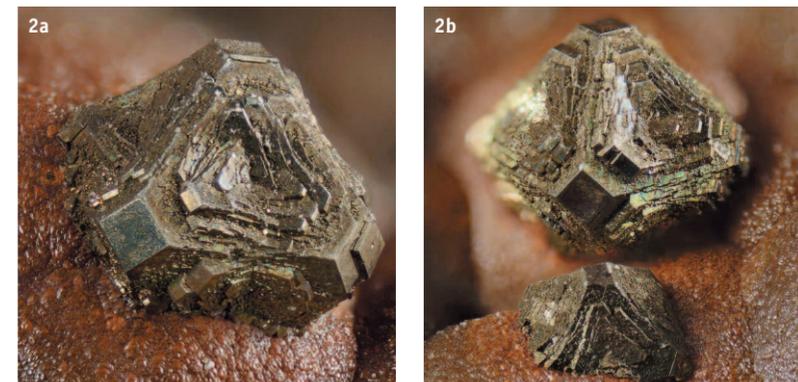
Михайловское железорудное месторождение находится близ г. Железногорска Курской области, в 100 км северо-западнее г. Курска. Добыча руды ведется открытым способом. Месторождение было открыто в 1950 г., его эксплуатация началась в 1960 г. Основная часть месторождения (Веретенинский участок) находится на водоразделе рек Чернь и Речица и представляет собой мощную (протяженностью около 7 км и шириной до 2.5 км) полосу железистых кварцитов (джеспилитов). Михайловское месторождение – сложный узел складчатой структуры протяженностью 8–10 км и шириной в центральной части месторождения до 3 км. В его строении принимают участие сланцево-гнейсовые породы нижнего протерозоя, свита железистых кварцитов среднего протерозоя и породы верхнего его отдела: углисто-глинистые и известковистые сланцы, туфобрекчии, кварцевые порфиры.

В верхней части толщи железистых кварцитов развита зона гипергенного изменения площадно-линейного типа. Самые богатые руды связаны с древней корой выветривания железистых кварцитов, являясь продуктом их окисления и природного обогащения; они состоят в основном из мартита, мелкочешуйчатого гематита («железной слюдки» и «железной сметаны»), лимонита и сидерита.

Покрывающая осадочная толща чехла платформы сложена отложениями девонского, юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возраста, представленными глинами, известняками, песками и суглинками. Глины местами сильно пиритизированы и в обнажениях источают сернокислые воды. В породах осадочного чехла встречаются многие виды ископаемой фауны девонского (остатки и зубы девонских рыб), юрского и мелового периодов: крупные раковины двусторчатых моллюсков (*Girhea*, *Lopha*), аммониты, некоторые виды белемнитов в изобилии и хорошей сохранности, стволы окаменелого дерева (часто пиритизированные) и другое (Рудные месторождения СССР, 1978).

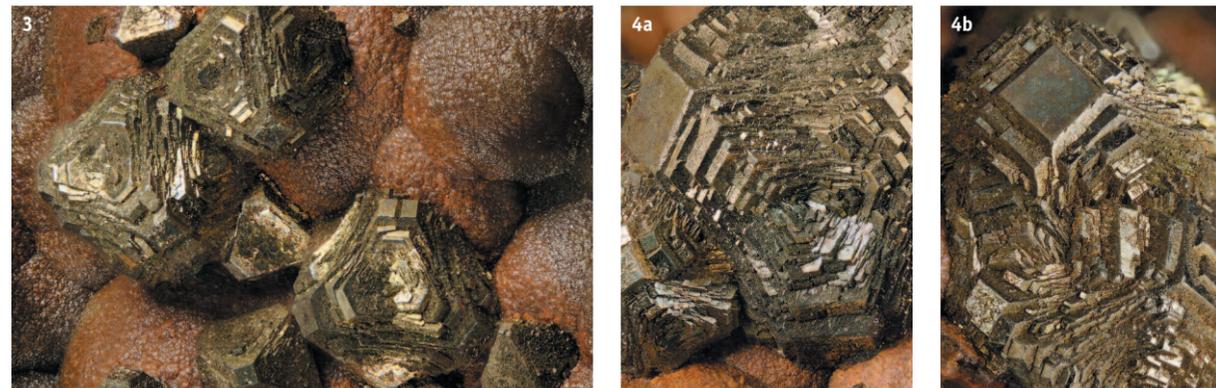
В 1970–1990-х годах в карьере Михайловского рудника существовал участок, давший много ценных минералогических находок. Он был приурочен к мощной линзе (блоку) известняка, залегавшего на железистых кварцитах среди преобладающих песчано-глинистых пород осадочного чехла. До конца прошлого века горные работы обходили этот участок стороной, и он многие годы возвышался останком посреди карьера. Близ контакта с известняком трещины в джеспилитах изобиловали кальцитовыми щётками с кристаллами пирита и

2. Блочные кристаллы **пирита** на почковидной корке из сферокристаллов **сидерита**. Ребро октаэдра до 0.35 см. Фото: Т.В. Пашко.



3. Группа блочных кристаллов **пирита** трёх зарождений на сферолитовой корке **сидерита**. Ребра крупных октаэдров до 0.3 см. Фото: Т.В. Пашко.

4. Строение расщеплённых розеток на гранях октаэдров **пирита** (пояснения в тексте). Поле зрения 0.4 см. Фото: Т.В. Пашко.



сферолитами марказита (илл. 1, 2). А по периметру, на расстояниях до 50–100 метров вокруг в зоне взаимодействия углекислых и сернокислых растворов, были развиты кавернозные лимониты с богатой и во многом уникальной сидерит-пиритовой минерализацией.

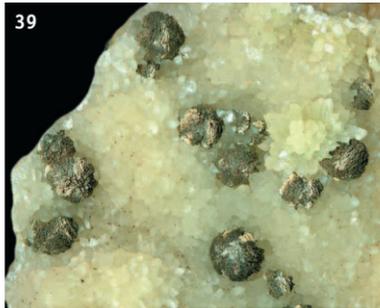
### Пирит: расщепленные кристаллы

Многочисленные расщепленные кубооктаэдрические кристаллы пирита были обнаружены и собраны автором в 1970-х годах. Они нарастали группами или обособленно на сплошные сферокристаллические корки сидерита (илл. 3, 7), покрывавшие стенки полостей и широких трещин в затронутых окислением сильно изменённых железистых кварцитах и в лимоните.

Вопросы морфологии и онтогении этих кристаллов были рассмотрены ранее (Дымков, Слётов, Филиппов, 2004). Было, в частности, показано, что они являются ярким примером совместного роста в одном кристалле пирамид нарастания дислокационно деформированных октаэдрических и практически бездефектных кубических граней.

Мелкие кристаллы пирита имеют октаэдрический габитус (илл. 7, 8), а более крупные (0.4–0.5 см, иногда до 0.7 см) – кубооктаэдрический, причём по мере увеличения размеров кристалла увеличивается и относительная площадь граней куба (илл. 1, 4). По мере расщепления блочный кристалл постепенно утрачивает вид правильного многогранника, в строении его поверхности развиваются уже имевшиеся и появляются новые ступеньки на гранях октаэдра, ограниченные гранью куба (илл. 4, 5, 6). Грани октаэдра постепенно исчезают, преобразуясь в совокупность внешних частей блоков – субиндивидов из зарастающих полосок граней {111} и всё более доминирующих ступенек плоскостей {100}. Кристалл как бы разворачивается гранями октаэдра, подобно цветку, и приобретает всё более округлые очертания (илл. 6).

На некоторых крупных кубооктаэдрических кристаллах выступающие «пластинчатые» субиндивиды в виде розеток бывают заметно скручены на разных гранях октаэдров в противоположные стороны, но эта особенность не всегда заметна и у разных кристаллов проявляется в разной степени.



39. Сферокристаллы и сферолиты **марказита** на щётке **кальцита** из трещины в перекристаллизованном известняке. Ширина поля зрения 6 см. Из сборов 1973 г. Фото: В.А. Слётов.

Ответ на вопрос «почему именно так?» каждый раз требует специального исследования. Причины расщепления кристаллов и развития сферолитов могут быть различными.

## Марказит

Марказит встречается на Михайловском месторождении довольно редко (находки единичны). Он образует небольшие (до 0,2–0,3 см) таблитчатые кристаллы, обычно в той или иной мере расщеплённые и собранные в розетки, а также сферокристаллы и сферолиты (илл. 39) размером иногда до 2–3 см. Обычно марказит нарастает на кальцитовые корки в полостях трещин умеренно изменённых железистых кварцитов. В 1970–80-х годах он встречался в полостях трещин известняков у их контакта с окисленными кварцитами (илл. 39), но позднее этот участок был полностью выработан.

Отмечены случаи эпитаксии марказита на пирите и пирита на марказите.

## Заключение

Мультиагрегаты пирита Михайловского месторождения подвержены разрушению при хранении на воздухе, и значительная часть собранных в 1980-х годах образцов со временем погибла. Однако нет сомнения в том, что такой материал периодически вновь появляется. К сожалению, в последние годы поиск этих и иных подобных описанным выше минералогических шедевров стал невозможен, т.к. доступность карьера ограничена «смотровой площадкой». Поиск и взятие образцов стали доступны только для работающих на самом руднике. Остается надеяться на то, что сия скромная статья привлечёт внимание минералогов и любителей камня к Михайловскому месторождению, вызовет желание найти пути преодоления созданных преград и будет полезна тем, кто заинтересован в поиске и сборе весьма ценных в научном и коллекционном аспектах образцов минералов из месторождений Курской магнитной аномалии.

## Благодарности

Автор выражает признательность Т.В. Пашко и П.А. Мартынову за оказание помощи в оформлении статьи фотоиллюстрациями, а также Б.З. Кантору и И.В. Пекову за ценные советы и редактирование текста статьи.

## Литература

- Асхабов А.М. (2001) Основы кватеронной теории кристаллообразования // Сыктывкарский минерал. сборник. Сыктывкар, вып. 30, с. 9–28.
- Годовиков А.А. (1961) О кальците из карьера у деревни Амерово Московской области // Тр. Минерал. музея им. А.Е. Ферсмана, АН СССР, М., вып. 12, с. 177–181.
- Дымков Ю.М. (1973) Природа урановой смоляной руды. М.: Атомиздат, 240 с.
- Дымков Ю.М. (1984) Механизм расщепления кристаллов кубической сингонии с образованием сферокристаллов (уранинит → настуран) // Минералогический журнал. Киев, вып. 1, с. 53–64.
- Дымков Ю.М., Слётов В.А., Филиппов В.Н. (2004) К онтогении спирально расщеплённых кубооктаэдрических блоккристаллов пирита из Курской магнитной аномалии // Новые данные о минералах. М.: Эко-ст, вып. 39, с. 117–122.
- Кантор Б.З. (1997) Беседы о минералах. М.: Астрель, 136 с.

- Слётов В.А. (1976) Морфология сталактитоподобных образований гётита из Бакальского месторождения // Новые данные о минералах СССР. М.: Тр. Минерал. музея им. А.Е. Ферсмана, АН СССР, вып. 25, с. 205–210.
- Слётов В.А. (1985) К онтогении кристаллититовых и геликтитовых агрегатов кальцита и арагонита из карстовых пещер Южной Ферганы // Новые данные о минералах. Тр. Минерал. музея им. А.Е. Ферсмана, АН СССР, вып. 32, с. 119–127.
- Слётов В.А., Макаренко В.С. (2004) Рисуя минералы // Онтогения минералов в рисунках. М.: Минерал. альманах, вып. III, 24 рис.
- Слётов В.А. (2015) Малахит: ложные псевдосталактиты и «пузырьковые газмиты» // Новые данные о минералах, вып. 50, с. 117–122 // Полная веб-версия статьи <http://mindraw.web.ru/cristall10-gasmites.htm>.
- Шубников А.В., Шаскольская М.П. (1933) Об искусственном получении закономерных сростков алюмокалиевых квасцов // Тр. Ломоносовского ин-та АН СССР. М., вып. 3, с. 51–66.
- Шубников А.В. (1957<sub>1</sub>) Об образовании сферолитов // Кристаллография, т. 2, вып. 3, с. 424–427.
- Шубников А.В. (1957<sub>2</sub>) О зародышевых формах сферолитов // Кристаллография, т. 2, вып. 5, с. 584–589.
- Юшкин Н.П. (1971) Теория микроблочного роста кристаллов в природных гетерогенных растворах // Серия «Научные доклады», Коми филиал АН СССР: Сыктывкар, 52 с.

- Askhabov A.M. (2015) Quaternary nature of nonclassical mechanism of crystal nucleation and growth // Vestnik IG Komi SC UB RAS, issue 4, pp. 3–7.
- Campbell W.R., Barton P.B. (1996) Occurrence and significance of stalactites within the epithermal deposits at Creede, Colorado // Canadian Mineralogist, vol. 34, iss. 5, pp. 905–930.
- George H.C. (1926) Some stalactitic forms of marcasite // Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, vol. 5, pp. 125–127.
- Hill C.A. (1976) Cave Minerals. Huntsville: National Speleological Society, 136 p.
- Maltsev V.A., Self C.A. (1992) Cupp-Coutunn cave system, Turkmenistan, USSR // Proceedings of Bristol University speleological society, vol. 19, pp. 117–150.
- Maltsev V.A. (1996) New levels in minor mineral bodies hierarchy // NSS Convention 1996 program. Salida, Colorado, p. 43.
- Peck S.B. (1979) Stalactites and helictites of marcasite, galena and sphalerite in Illinois and Wisconsin // The NSS Bulletin, vol. 41, issue 1, pp. 27–30.
- Praszkier, T. (2018) Neue Calcitfunde im Basaltsteinbruch Grabszyce bei Lesna, Südwest-Polen // Mineralien-Welt, vol. 29, issue 1 (in German).
- Self C.A., Hill C.A. (2003) How speleothems grow: An introduction to the ontogeny of cave minerals // Journal of Cave and Karst Studies, 65 (2): pp. 130–151.
- Slyotov V.A. (1999) Concerning the ontogeny of crystallite and helictite aggregates of calcite and aragonite from the karst caves of S. Fergana // Cave Geology, vol. 2, issue 4, pp. 197–207.

## Словарь терминов

- Сферокристаллические сферолиты** – «сложные индивиды, состоящие из радиально ориентированных сферокристаллических пучков. При построении почковидных корок и иных агрегатов сферолиты различных уровней организации являются индивидами. Сферокристаллы – субиндивиды сферокристаллических сферолитов. Субиндивиды сферокристаллов – это пирамиды роста сферических и частично плоских граней. Расщепленные пирамиды роста, а в конечном итоге и сферокристалл в целом, сложены субиндивидами более высокого порядка – кристаллическими волокнами» (Дымков, 1973).
- Псевдосталактиты** – сложные сталактитоподобные минеральные агрегаты с гравитационной текстурой. В отличие от сталактитов, растущих в воздушных полостях (пещерах) из стекающих под действием силы тяжести растворов, псевдосталактиты являются результатом обрастания сферолитовой коркой или кристаллами нитевидной матрицы – тонких «мембранных трубок» или глобулярных гирлянд, провисающих под действием силы тяжести в открытых полостях, либо, как отмечено А.А. Годовиковым с соавторами (1978) – и иной гравитационно ориентированной нитевидной матрицы.
- Сфероидолиты** – диссимметричные сферокристаллические сферолиты с искривленными волокнами-субиндивидами. Степень изогнутости волокон увеличивается как по мере удаления от основной оси, так и в ходе роста сфероидолита. При этом зоны роста имеют непостоянную толщину (в отличие от сферолитов), и по мере удаления от основной оси утончаются. Кристаллические волокна (субиндивиды) ориентированы всегда нормально (перпендикулярно) к поверхности и к зонам роста во всех точках. Они описаны В.И. Степановым на примере тодорокита и Ю.М. Дымковым на примере настурана и сульфидов. «Причина искажения формы сферолитов при их росте с образованием диссимметричных сфероидолитов заключается в неодинаковой скорости роста разных участков поверхности сферолита, как следствии неравновесных условий кристаллизации или неоднородности питающей среды, когда градиент концентрации может быть вызван анизотропией среды, симметрией массопереноса (гравитация, тепловая конвекция) и другими причинами; при радиальной диффузии образуются высокосимметричные сферокристаллы, при линейной – сфероидолиты» (Дымков, 1973).
- Мультиагрегаты** представляют собой срастание или результат совместного роста различных типов агрегатов, которые образуются одновременно и сингенетически в одной и той же среде кристаллизации (Self, Hill, 2003).
- Сфероидолитовые дендриты** – гроздьевидные агрегаты, образованные ветвящимися сфероидолитами (Дымков, 1973, с. 153).