

Морфологические особенности частиц гипса в зависимости от гидродинамических обстановок их образования (на примере Новомосковского эвапоритового бассейна)

©2023 А. В. Жабин, О. Н. Кобылина✉

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1,
394006, г. Воронеж 394006, Российская Федерация

Аннотация

Введение: Новомосковское месторождение гипса входящее в одноимённый эвапоритовый бассейн является крупнейшим в мире. Гипсоносные толщи приурочены к кудеяровским слоям верхнефаменского подъяруса девонской системы и представлены переслаиванием доломитов, глин и нескольких модификаций гипса. Аналитические исследования проводились на растровом электронном микроскопе Jeol 6380-LV. Препараты для анализа представляли собой свежие сколы минералов.

Результаты исследований и их обсуждение: При исследовании частиц гипса под электронным микроскопом было выявлено различное расположение его игольчатых и шестоватых частиц и их внутреннее строение. Установлено, что такая разность гипса, как селенит, образуется в спокойной гидродинамической обстановке глубоководных лагун, где на выпавший осадок не оказывают влияние волновые воздействия и подводные течения. При взмучивании осадка нарушается рост кристаллов в одном направлении, и гипсовые прослои приобретают спутано волокнистую текстуру.

Заключение: Независимо от литологических особенностей гипса, его кристаллы имеют игольчато-шестоватую форму. Сложно устроенные игольчато-шестоватые кристаллы гипса, сложенные пластинами, расположенными перпендикулярно их длинной оси, указывают на образование гипса в засоленных лагунах, непосредственно из пересыщенных растворов, а не путём преобразования ангидрита.

Ключевые слова: лагуны, гидродинамические обстановки, гипс, селенит.

Для цитирования: Жабин А. В., Кобылина О. Н. Морфологические особенности частиц гипса в зависимости от гидродинамических обстановок их образования (на примере Новомосковского эвапоритового бассейна) // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2023. № 4. С. 129-133. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/4/129-133>

Введение

Новомосковский эвапоритовый бассейн расположен на стыке Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. Новомосковское месторождение гипса, находящееся в центральной части бассейна, является крупнейшим в Европе. Гипсоносные отложения приурочены к кудеяровским слоям верхнефаменского подъяруса девонской системы. На большей части площади распространения отложений этого времени

располагались лагуны с высокой и повышенной солёностью [1]. Останки фауны и флоры в виде отпечатков и ядер брахиопод, гастропод, наутилоидей, серпул, строматолитов в них очень редки. Так же очень незначительно развиты известковистые породы. Мощность кудеяровских слоёв колеблется от 40.5 м в периферийной части, до 79.0 м в центре месторождения.

В нижней части слоёв, относящихся к этому стра-



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Кобылина Ольга Николаевна, e-mail: ollyabuh@mail.ru

тиграфическому подразделению, прослойки гипса среди алевроито-песчаных и конгломерато-брекчиевых доломитов и хлорит-каолинит-гидрослюдистых глин имеют мощность от 0.1 до 3.0 м. Средняя часть, мощностью от 14.0 до 29.0 м сложена почти исключительно гипсом различных модификаций. Редко встречающиеся в них маломощные прослойки глин имеют гидрослюдисто-пальгорскитовый состав [2, 3]. За пределами эвапоритового бассейна гипсовые отложения фациально замещаются пятнистыми доломитами с прослойками известковистых и массивными микрозернистыми с характерными кремнёвыми желваками. Верхняя часть кудеяровского разреза представлена в основном тёмно-серыми, массивными доломитами, с прослойками песчаных и известковистых разностей этих пород [3].

Увеличение мощности гипсовой толщи отмечается в северо-восточном и восточном направлении, уменьшение – в юго-западном. В то же время фиксируется обратное наращивание мощностей аргиллитовых глин и доломитизированных гипсов. В северо-восточной части распространения гипсовой толщи прерывистые глинистые прослойки, мощностью 1 – 2 см, присутствуют лишь на верхней и нижней её границах.

По данным О. Н. Кобылиной [2] гипс на месторождении представлен тремя основными разновидностями. Наибольшим распространением пользуется пятнистый гипс светло-серого цвета, крупнокристаллической структуры, с линзовидными включениями и нитевидными прослойками доломита и тонкозернистого гипса. Меньше распространён селенит белого и светло-голубого цвета, с ярко выраженной игольчато-шестоватой текстурой. Иногда в нём присутствуют мелкие линзочки размером 1 – 2 мм и тонкие прерывистые прослойки глинисто-доломитового материала мощностью до 3,0 мм. Подчинённое распространение в разрезах гипсовой толщи имеет гипс серого и тёмно-серого цветов, с кристаллами звёздчатой формы, с

тонкими прослойками доломита и другими разновидностями этого минерала.

Перечисленные минеральные разности слагают циклически построенную толщину из чередующихся гипсовых пластов волнистой текстуры. Каждый цикл заканчивается маломощными слоями доломита или селенита, обогащённых углистым материалом и с трещинами усыхания, залеченными селенитом [4].

Выделенные модификации гипса визуально отличаются друг от друга, как по цвету, так и по структурно-текстурным особенностям. Поэтому, мы предположили, что природа данных отличий связана с внутренним строением отдельных гипсовых частиц. Аналитические исследования проводились на растровом электронном микроскопе Jeol 6380-LV, так как оптические приборы не обладают нужным разрешением, чтобы различить объекты менее двух микрон. При электронномикроскопическом изучении твёрдых тел производится фотосъёмка их поверхности. Поэтому, чтобы получить качественные снимки, отражающие действительное строение исследуемого объекта, необходимо производить съёмку со свежих сколов минералов или пород.

Результаты исследований и их обсуждение

При электронномикроскопическом исследовании различных модификаций гипса, слагающих эвапоритовые толщи Новомосковского месторождения, прежде всего, было установлено, что все частицы этого минерала имеют игольчато-шестоватую форму (рис. 1, 3). В свою очередь каждая такая игольчатая или шестоватая частица состоит из пластинок, расположенных субвертикально к их длинной оси (рис. 2, 4). Пластины плотно упакованы и расположены параллельно друг к другу [2]. Длина игольчато-шестоватых частиц может быть различной (от сотых долей миллиметра до нескольких десятков сантиметров у селенита).

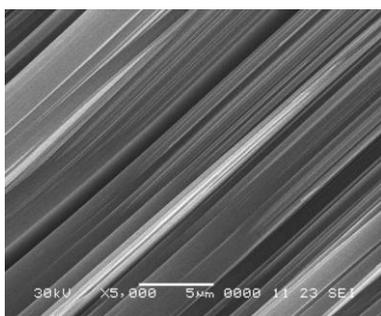


Рис. 1. Игольчатая форма частиц.
[Fig. 1. Needle-shaped particles.]

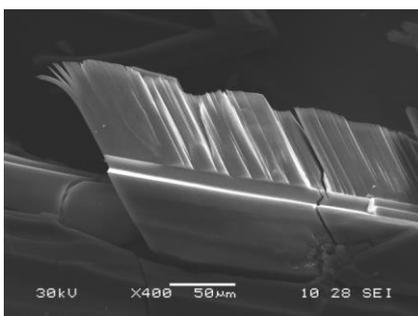


Рис. 2. Внутреннее строение игольчатых частиц.
[Fig. 2. Internal structure of needle-shaped particles.]

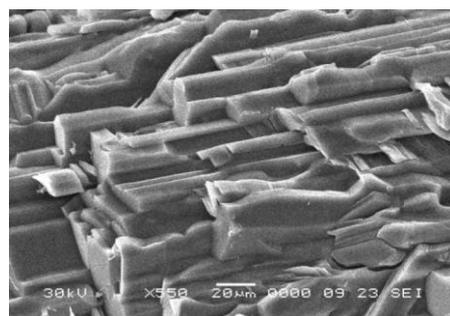


Рис. 3. Шестоватая форма.
[Fig. 3. Columnar-shaped particles.]

Уже давно доказано и не вызывает сомнений, что горизонтально залегающие пласты гипса образуются при осаждении сульфата кальция из пересыщенных растворов в засоленных лагунах, при климате близком к аридному. Аналогичные условия существовали на территории Воронежской антеклизы на всём протяжении

фаменского времени [4]. При этом рост удлиненных кристаллов будет происходить достаточно долго, пока не изменятся условия осаждения осадка. Это может быть связано или с опреснением водоёма, или с взмучиванием донного материала. При всей простоте процесса не совсем ясен механизм образования пластинок,

слагающих гипсовые частицы. Здесь, вернее сказать, не самих пластинок, а промежутков между ними. Можно предположить, что это связано с сезонными колебаниями концентраций раствора.

При уменьшении глубины водоёма выпавший осадок будет взмучиваться за счёт воздействия на него поверхностного волнового движения, прекращая однонаправленный рост игольчатых кристаллов. При слабом гидродинамическом прессинге, последние начинают изгибаться, теряя параллельное расположение, иногда даже переплетаясь между собой (рис. 5). В то же время, сохраняется внутреннее строение в виде плотно упакованных пластинок (рис. 6). При значительном перемешивании материала осадка рост кристаллов происходит в различных направлениях и порода приобретает спутано-волокнистую текстуру (рис. 7). Но и в этом случае частицы гипса сложены пакетами табличек (рис. 8).

Наряду с разновидностями гипса в разрезах место-

рождения встречаются прослои доломита. При визуальном рассмотрении это массивная, скрытокристаллическая порода серых оттенков, но при электронномикроскопическом исследовании явно обозначается кристаллическое строение породы. При этом размерность доломитовых кристаллов колеблется от 0.01 до 0.05 мм (рис. 9).

Переслаивание в разрезе гипсоносной толщи нескольких разновидностей гипса с доломитами и глинами указывает на частую смену фациальных и гидродинамических обстановок осадконакопления на всей территории эвапоритового бассейна [5, 6]. По данным этих же авторов в нижних частях кудеяровских разрезов преобладают карбонатно-терригенные породы, а в верхних – доломиты. Такое распределение литологических типов свидетельствует о смене морских фациальных обстановок в начале кудеяровского времени на лагунные в его конце.

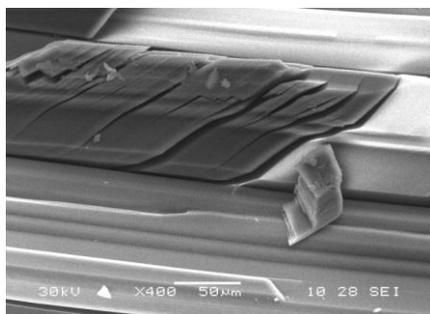


Рис. 4. Внутреннее строение шестоватых частиц.
[Fig. 4. Internal structure of columnar particles.]

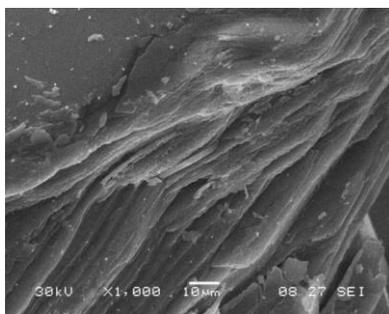


Рис. 5. Изогнутые, разнонаправленные частицы гипса.
[Fig. 5. Curved, multi-directional gypsum particles.]

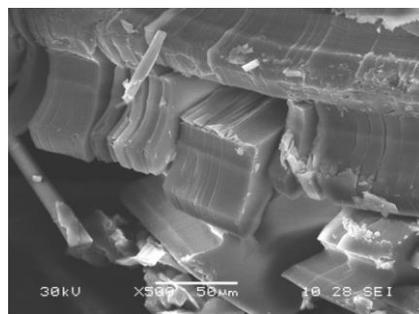


Рис. 6. Внутреннее строение разнонаправленных частиц гипса.
[Fig. 6. Internal structure of multidirectional gypsum particles.]

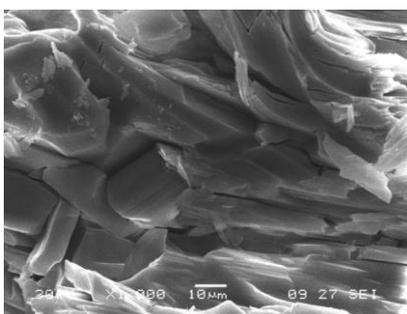


Рис. 7. Спутано-хаотическое расположение частиц гипса.
[Fig. 7. Crossed-chaotic arrangement of gypsum particles.]

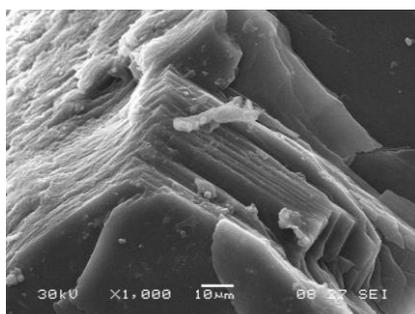


Рис. 8. Внутреннее строение спутано-хаотических частиц гипса.
[Fig. 8. Internal structure of confused-chaotic gypsum particles.]

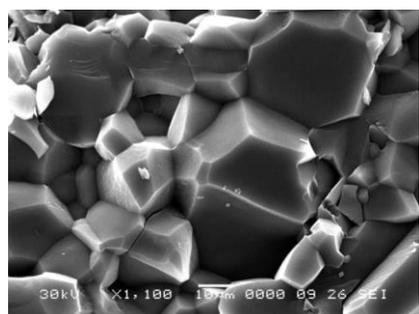


Рис. 9. Кристаллы доломита.
[Fig. 9. Dolomite crystals.]

Заключение

Резюмируя изложенное, приходим к следующим выводам:

- независимо от литологических особенностей гипса, его кристаллы имеют игольчато-шестоватую форму;
- параллельно-игольчатая текстура гипсовых частиц присуща селениту;
- образование гипса осуществляется в достаточно глубоководных засолонённых лагунах в спокойных

гидродинамических обстановках, где на растущие кристаллы не оказывают влияния донные течения и волновые движения;

- при уменьшении глубины водоёма донный осадок, под воздействием волновых движений постоянно взмучивается, препятствуя росту кристаллов гипса в одном направлении. При этом, в зависимости от интенсивности перемешивания образуются в различной степени неупорядоченные по структурно-текстурным особенностям гипсовые слои;

- формирование прослоев доломита и глин связано с периодическими распреснениями водоёма [3] и поступлениями в его акваторию терригенного материала;
- сложно устроенные игольчато-шестоватые кристаллы гипса, сложенные пластинами, расположенными перпендикулярно их длинной оси, слагающие пластовые тела, указывают на образование всех разновидностей этого минерала в засоленных лагунах, непосредственно из пересыщенных растворов, а не путём преобразования ангидрита, как считал А. Г. Жабин [2].

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савко А. Д., Огороков В. А., Мизин А. И. Фации фаменского века на территории Воронежской антеклизы //

Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 1998. № 6. С. 31–43.

2. Жабин А. Г. Морфология и генезис параллельношестоватых агрегатов минералов // *Записки Всесоюз. минерал. об-ва.* 1958. Ч. 85. Вып. 5. С. 57–64.

3. Жабин А. В. Эволюция ассоциаций глинистых минералов в фанерозойских (донеогеновых) отложениях Воронежской антеклизы: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Воронеж, 2007. 20 с.

4. Кобылина О. Н. Селенит в гипсоносных толщах Новомосковского месторождения гипса // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2011. № 2. С. 66–73.

5. Савко А. Д., Огороков В. А. Литологические типы фаменских пород Воронежской антеклизы // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 1998. № 5. С. 62–87.

6. Огороков В. А., Савко А. Д. Литология фаменских отложений Воронежской антеклизы Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. 1998. 124 с.

UDC 553.635.552.53

ISSN 1609-0691

DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/4/129-133>

Received: 20.11.2023

Accepted: 12.12.2023

Published online: 25.12.2023

Morphological features of gypsum particles depending on the hydrodynamic conditions of their formation (at the Novomoskovsk evaporite basin)

©2023 A. V. Zhabin, O. N. Kobyлина✉

Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl., Voronezh, 394006, Russian Federation

Abstract

Introduction: The Novomoskovskoe gypsum deposit, part of the evaporite basin of the same name, is the largest in the world. Gypsum-bearing strata are confined to the Kudyarovsky layers of the Upper Famennian substage of the Devonian system and are represented by interlayering of dolomites, clays, and several modifications of gypsum. Analytical studies were carried out using a Jeol 6380-LV scanning electron microscope. The samples for analysis were fresh chips of minerals.

Results and discussion: When examining gypsum particles under an electron microscope, different arrangements of its needle-shaped and columnar particles and their internal structure were revealed. It has been established that such a variety of gypsum as selenite is formed in the calm hydrodynamic environment of deep-sea lagoons, where the fallen sediment is not affected by wave influences and underwater currents. When sediment is agitated, the growth of crystals in one direction is disrupted, and the gypsum layers acquire a tangled fibrous texture.

Conclusions: Regardless of the lithological features of gypsum, its crystals have a needle-columnar shape. Complexly arranged acicular-columnar gypsum crystals, composed of plates located perpendicular to their long axis, indicate the formation of gypsum in saline lagoons, directly from supersaturated solutions, and not through the transformation of anhydrite.

Keywords: lagoons, hydrodynamic conditions, gypsum, selenite.



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Olga N. Kobyлина, e-mail: ollyabuh@mail.ru

For citation: Zhabin A. V., Kobylina O. N. Morphological features of gypsum particles depending on the hydrodynamic conditions of their formation (at the Novomoskovsk evaporite basin) // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2023, no. 4, pp. 129–133. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/4/129-133>

Conflict of interests: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

REFERENCE

1. Savko A. D., Okorokov V. A., Mizin A. I. Facii famenskogo veka na territorii Voronezhskoj anteklizy [Facies of the Famennian age in the Voronezh Anticline]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya. – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 1998, no. 6, pp. 31–43 (In Russ.)
2. Zhabin A. G. Morfoloģija i genezis parallel'nošhestovatyh agregatov mineralov [Morphology and genesis of parallel-necked aggregates of minerals]. *Zapiski Vsesojuzn. mineral. ob-va –*

Notes of the All-Union Mineral Society, 1958, Ch. 85, vol. 5, pp. 57–64 (In Russ.)

3. Zhabin A. V. *Jevoljucija asociacij glinistyh mineralov v fanerozojskih (doneogenovyh) otlozhenijah Voronezhskoj anteklizy*: avtoref. dis. ... kand. geol.-min. nauk [Evolution of clay mineral associations in the Phanerozoic (pre-Neogene) sediments of the Voronezh antecline. Abstract of PhD dis.]. Voronezh, 2007, 20 p. (In Russ.)
4. Kobylina O. N. Selenit v gipsonosnyh tolshhah Novomoskovskogo mestorozhdenija gipsa [Selenite in gypsum-bearing strata of the Novomoskovskoye gypsum deposit]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya. – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2011, no. 2, pp. 66–73 (In Russ.)
5. Savko A. D., Okorokov V. A. Litologicheskie tipy famenskih porod Voronezhskoj anteklizy [Lithologic types of the Famennian rocks of the Voronezh Anticline]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya. – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 1998, no. 5, pp. 62–87 (In Russ.)
6. Okorokov V. A., Savko A. D. *Litologija famenskih otlozhenij Voronezhskoj anteklizy* [Lithology of the Famennian sediments of the Voronezh Antecline]. Voronezh, VSU publ., 1998, 124 p. (In Russ.)

Жабин Александр Васильевич, к.г.-м.н., доцент
Воронежский государственный университет, Воронеж,
Российская Федерация; e-mail: zhabin@geol.vsu.ru,
ORCID 0000-0002-4690-676X

Кобылина Ольга Николаевна, ст. преподаватель,
Воронежский государственный университет, Воронеж,
Российская Федерация; e-mail: ollyabuh@mail.ru,
ORCID 0009-0001-5755-8668

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Alexandr V. Zhabin, PhD in Geol.-Min., associate professor,
Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: zhabin@geol.vsu.ru, ORCID 0000-0002-4690-676X

Olga N. Kobylina, Senior Lecturer, Voronezh State University,
Voronezh, Russian Federation; e-mail: ollyabuh@mail.ru,
ORCID 0009-0001-5755-8668

Authors have read and approved the final manuscript.