

УДК 552.53 : 551.44 (477.84)

**В.В. Покалюк<sup>1</sup>, А.Н. Дорошенко<sup>2</sup>, С.И. Терещенко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины  
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34а  
E-mail: skan@i.com.ua

<sup>2</sup> Институт общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины  
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 32/34

## **МЕГАСФЕРОЛИТЫ В ГИПСАХ ПРИДНЕСТРОВЬЯ (ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ НА СПЕЛЕОГЕНЕЗ)**

---

Рассмотрены морфология, структура, особенности локализации и распространения так называемых куполовидных структур внутри гипсовой толщи верхнего тортоня Приднестровской Подолии. Обоснован осадочно-кристаллизационный генезис гипсовых "куполов" из солеродных растворов путем шестоватого придонного роста и облекания (мегасферолиты). Показано влияние этих структур на интенсивность и характер проявления карстовых процессов при формировании пещер.

**Введение.** Тирасская гипсо-ангидритовая свита верхнего тортоня широко распространена во внешней зоне Предкарпатского прогиба и на юго-западной окраине Русской платформы [1, 3, 6, 10, 14]. Участок исследований расположен на юге Тернопольской обл. в междуречье левых притоков Днестра — Серета и Ничлавы, где сульфатные породы тирасской свиты сложены гипсами без ангидритов [6, 11, 13]. Гипсы залегают здесь субгоризонтально на небольшой глубине (до 70 м) и имеют мощность 18—25 м.

Яркая особенность внутреннего строения свиты на территории Приднестровского Подолья — внутренняя так называемая куполовидная складчатость. На эту характерную особенность свиты указывали многие исследователи, именуя "гофрировкой", "волнообразными дислокациями", "волнистой слоистостью", "куполовидными структурами", "конкрециями, несущими вторичную деформацию", "сфероидальными структурами" и пр. Мнения исследователей о происхождении этих форм самые разные. Одни связывают их с процессами диагенеза илового коллоидного осадка [12],

диагенеза кристаллоагрегатов гипса [9, 23, 24], другие — с гидратацией ангидрита [7, 8, 21], третьи — с тектоническим фактором [2, 6], четвертые — с параллельно-шестоватым и сфероидальным ростом кристаллов в солеродном бассейне [11, 22].

Вопрос о происхождении данных форм имеет большое теоретическое и практическое значение. Во-первых, куполовидные структуры имеют специфические морфологические признаки, отличающие их от всех известных видов тектонических структур. Во-вторых, они непосредственно влияют на интенсивность и проявление карстовых процессов (как поверхностных, так и глубинных в ходе формирования пещер) и, в-третьих, знание внутреннего строения и морфологии куполовидных структур позволяет ответить на некоторые вопросы об осаждении и кристаллизации гипсов в солеродном бассейне.

При всей актуальности темы нужно отметить, что, несмотря на имеющееся большое количество публикаций о неогеновом галогенезе Приднестровья, вопрос о происхождении данных куполовидных структур остается дискуссионным. Наиболее подробно эти структуры были описаны И.И. Турчиновым, В.Н. Андрейчуком, А.В. Климчуком [9, 23, 24], кото-

© В.В. ПОКАЛЮК, А.Н. ДОРОШЕНКО,  
С.И. ТЕРЕЩЕНКО, 2011

рые связывают их образование с процессами диагенеза — перекристаллизации первичных гипсовых мелкозернистых кристаллоагрегатов под воздействием диагенетических восходящих межзерновых флюидов.

В нашей работе мы отстаиваем, вслед за В.И. Колтуном и Я.Т. Роскошем [11], седиментационно-кристаллизационный генезис этих структур (на этапе осаждения и кристаллизации гипсов) путем придонного шестоватого роста и облекания (мегасферолиты). Подобных взглядов придерживаются некоторые польские геологи, в частности М. Бабель [22].

Мы наблюдали эти куполовидные структуры непосредственно изнутри гипсовой толщи во многих подольских гипсовых пещерах между речья Серета и Ничлавы, что позволило проследить их распространение, структуру и морфологию на значительной площади. В работе делается акцент на структурно-морфологических признаках данной "складчатости", позволяющих пролить свет на ее генезис. Рассматривается также влияние этих структур на интенсивность и формы проявления карстовых процессов при формировании пещер. Прежде чем перейти к характеристике исследуемых куполовидных форм необходимо более детально рассмотреть слоистость гипсов.

**Строение разреза и слоистость гипсовой толщи.** Толща гипсов в районе исследований имеет трехчленное строение (рис. 1). Нижняя часть разреза (до 8—10 м) сложена скрыто-мелкозернистыми гипсами (светло-серыми с медовым оттенком). Для средней части разреза (2,5—3,0 м) характерно переслаивание скрыто-мелкозернистых светло-серых и крупно-гигантокристаллических коричневых гипсов с постепенным увеличением доли последних вверх по разрезу. Завершает среднюю пачку линзовидный прослой (до 30 см) зеленовато-серых бентонитовых глин, имеющих значение стратиграфического репера. Верхняя пачка (8 м) сложена гигантокристаллическими гипсами коричневых тонов. Если не учитывать прослой бентонитовых глин, создающий резкую литологическую границу внутри гипсовой толщи, связанный с кратковременным выбросом и осаждением вулканического пепла, то переход между скрыто-мелкозернистыми и гигантокристаллическими гипсами можно считать постепенным (через двухметровую зону переслаивания). Такой характер строения гипсовой толщи выдерживается на зна-

чительной площади в юго-восточной части Подолии — в бассейне Серета, Ничлавы (пещеры Оптимистическая, Озерная, Мушкарова яма и др.).

*Гипсы нижней части разреза* имеют массивный тонкозернистый сахаровидный облик, нередко тонкослоисты и микроплойчаты. Мощность слойков — до 2—5 мм. Преобладающий размер зерен 0,05—0,3 мм. Иногда наблюдается горизонтальная неровно-плитчатая отдельность, свидетельствующая о ненарушенном горизонтально-слоистом залегании. По данным А.А. Кульчечкой [15, 16], зернистый гипс представляет собой гидратированный ангидрит, а условия, существовавшие на протяжении всей кристаллизации гипса, были близки к равновесию гипс — ангидрит. На наш взгляд, горизонтально-слоистое залегание зернистого гипса свидетельствует скорее о доминировании исходной садки гипса над ангидритом, иначе породы претерпели бы последующие значительные деформации исходной слоистости вследствие гидратации ангидрита. Тонкая слоистость и микроплойчатость гипсов подчеркиваются разными цветовыми оттенками и разной зернистостью слойков. Нередко на светло-сером фоне тонкозернистого гипса наблюдаются небольшие (до 1—2 см) рассеянные образования в форме кокард, состоящие из более крупных (до 1—2 мм) коричневых кристалликов гипса.

*Среднюю пачку гипсов* в целом можно разделить на три части. Нижняя (мощность около 0,5 м) сложена скрыто-мелкозернистыми гипсами с небольшими линзо-, клиновидными включениями и кокардовыми сростками кристаллов крупнокристаллического гипса. В принципе она почти ничем не отличается от гипсов нижней скрыто-мелкозернистой пачки, в ней лишь чуть больше присутствуют включения крупнокристаллического гипса. В средней части (мощность около 1,5 м) переслаиваются крупнокристаллические и скрыто-мелкозернистые слои гипса с некоторым преобладанием последних. Верхняя часть (60—90 см) слагается слоистыми преимущественно крупно-гигантокристаллическими гипсами с тонкими прослойками скрыто-мелкозернистых. В целом снизу вверх по разрезу средней пачки доля слоев крупнокристаллического гипса постепенно увеличивается.

Нами изучено латеральное распространение конкретных слоев крупно-гигантокристалли-

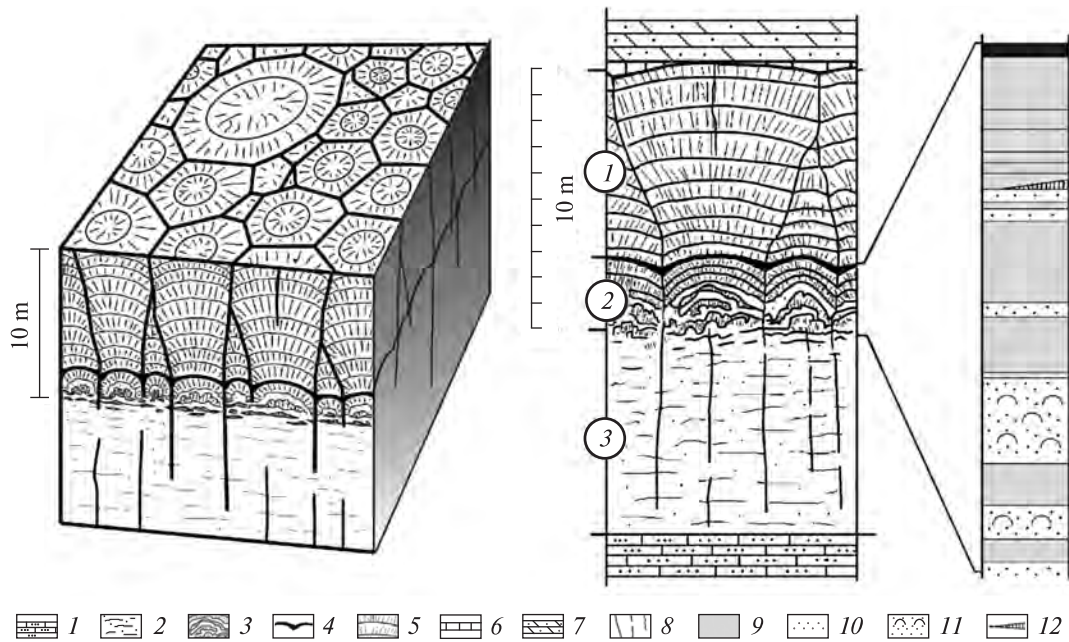


Рис. 1. Блок-диаграмма и разрез гипсовой толщи тирасской свиты (междуречье рек Серет и Ничлава, с. Алексинцы, пещера Мушкарова яма). Пачки гипсов (цифры в кружках): 1 — известняки биогермные багрянковые песчанистые с прослоями известковистых песчаников; 2 — гипсы скрыто-мелкозернистые, светло-серые с коричневатым оттенком; 3 — переслаивание скрыто-мелкозернистых светло-серых и крупно-гигантокристаллических коричневатых гипсов; 4 — маркирующий прослой бентонитовых глин зеленовато-серых; 5 — гипсы крупно-гигантокристаллические коричневатые; 6 — известняки пелитоморфные (ратинские); 7 — мергели зеленовато-серые с прослоями глин и песчаников; 8 — трещины в гипсовой толще; 9 — слои крупно- и гигантокристаллических гипсов; 10 — слои скрыто-мелкозернистых гипсов; 11 — слои скрыто-мелкозернистых гипсов хлопьевидной "облачной" текстуры; 12 — маломощные линзы (до 5 см) бентонитовых глин оранжевого цвета

Fig. 1. Block-map and gypsum mass profile of the Tirassian series (Rivers Seret and Nichlava interfluve, village of Olexyntsi, Mushkarova Yama cave). Parts of gypsum profile (circled figures): 1 — bioherm arenaceous limestone with calcareous sandstone interbeds; 2 — cryptomerous brown-hue light grey gypsums; 3 — interbedding of cryptomerous light grey and coarse huge-crystalline brown gypsums; 4 — marker interbed of greenish-grey bentonitic clays; 5 — coarse huge-crystalline brown gypsums; 6 — pelitomorphic limestones (ratinski); 7 — greenish-grey marls with clay and sandstone interbeds; 8 — fractures in gypsum mass; 9 — coarse and huge-crystalline layers; 10 — cryptomerous gypsum layers; 11 — flocculent "cloud-like" cryptomerous gypsum layers; 12 — thin lens (to 5 cm) of orange bentonitic clays

ческого гипса в средней пачке в пределах лабиринта пещеры Мушкарова яма (Борщевский р-н, с. Алексинцы). Установлено, что на площади пещеры (250 × 150 м) строго выдерживается порядок напластования внутри средней пачки и чередования в ней слоев скрыто-мелкозернистого и крупно-гигантокристаллического гипса, вплоть до маломощных (1—3 см) прослоек.

Верхняя часть средней пачки наиболее ярко сохраняет порядок чередования (напластования) конкретных слоев и слоев на площади пещеры. Она сложена тремя относительно мощными (15—40 см) слоями гигантокристаллического гипса, разделенными маломощными (до 10 см) слоями скрыто-мелкозернистого гипса (рис. 1, 2, б). Два нижних крупнокристаллических слоя имеют однородное строе-

ние, тогда как верхний, наиболее мощный, залегающий непосредственно под бентонитовым прослоем (местным стратиграфическим репером), в своей нижней половине имеет слоистость меньшего порядка (пакет из пяти-шести чередующихся слоев крупнокристаллического и мелкозернистого гипса). Под этим пакетом залегает мелкозернистый "сдвоенный слой" общей мощностью около 10 см (состоит из двух мелкозернистых слоев, разделенных маломощным крупнокристаллическим прослоем). Эта сдвоенность очень наглядна при прослеживании по простиранию. Средняя часть средней пачки складывается в основном мелкозернистым гипсом, имеющим "хлопьевидную", "облачную", пятнистую текстуру. При незначительных фациальных вариациях мощности такой порядка слоистости выдерживается на

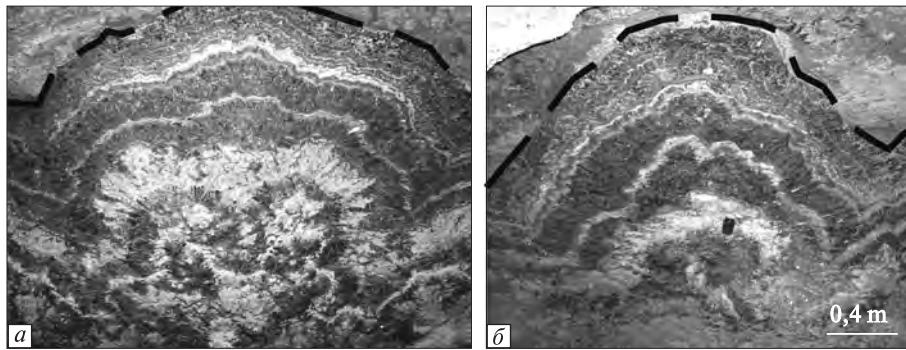


Рис. 2. Куполовидная слоистость средней пачки гипсовой толщи в вертикальном сечении: а — пещера Оптимистическая (фото И.И. Турчинова); б — пещера Мушкарова яма (фото авторов). Пунктирной линией показана верхняя граница средней пачки гипсов, совпадающая с бентонитовым прослоем

Fig. 2. Dome bedding of the gypsum mass middle unit: а — Optymistychna cave (photo by I.I. Turchinov); б — Mushkarova Yama cave (photo by the authors). The dotted line presents the upper border of the gypsum mass middle unit coinciding with the bentonite interbed

всей площади пещеры Мушкарова яма. Точно такое же строение средней пачки (вплоть до маломощных прослоек) гипсов удивительным образом повторяется в пещерах Озерная и Оптимистическая (рис. 2), расположенных в 8 км от пещеры Мушкарова яма. Все это однозначно свидетельствует об исходном осадочном седиментационно-кристаллизационном генезисе обоих структурных разновидностей гипса — скрыто-мелкозернистого и крупно-гигантокристаллического. Никакие вторичные процессы перекристаллизации (в том числе синседиментационные и диагенетические) не могут привести к столь строгой выдержанности слоев по простиранию. Это не исключает протекания процессов перекристаллизации в рассматриваемых породах, которые, безусловно, локально имели место, образуя гигантопластинчатый "шпатовый" гипс в узлах трещин, друзовый рост вторичного крупнокристаллического гипса на стенах пещер, селенитовые прожилки внутри бентонитовых глин, укрупнение тонкозернистых агрегатов гипса вдоль трещин и т. п. [6, 20]. Однако эти процессы не изменили общий характер напластования гипсов разных исходно осадочных кристалломорфологических типов (скрыто-мелкозернистых и крупно-гигантокристаллических). На первичную природу слоев крупнокристаллического гипса указывают также А.А. Кульчещкая и А.В. Побережский на основании изучения включений минералообразующей среды [15, 16, 19]. По мнению А.В. Побережского, первичной минеральной формой образования сульфата кальция был исключи-

тельно гипс. Он выделяет две основные седиментационные разновидности этого минерала — придонный крупно-гигантокристаллический и приповерхностный мелкозернистый.

Строение верхней гигантокристаллической пачки гипсов также слоистое. Однако параметры слоистости здесь иные. Мощность отдельных гипсовых слоев увеличивается и составляет 10—80 см, в среднем 20—50. Слои гигантокристаллического гипса отделяются друг от друга тонкими глинисто-карбонатными слоями (до 1—2 см, чаще 1—5 мм), маркирующими, вероятно, границы сезонных циклов. Границы эти обычно четкие, ровные, однако сама поверхность зубчатая из-за выступающих вершин кристаллов гипса. По этим поверхностям в кровле полостей пещер часто происходят отрывы крупных гипсовых блоков. Обычно глинисто-карбонатные прослойки четко разделяют выше и ниже залегающие соседние слои гипса, имеющие зачастую разную размерность и преобладающую ориентировку кристаллов. Но нередко отдельные длиннопризматические саблевидные кристаллы рассекают глинисто-карбонатную границу между слоями и продолжают свое развитие из нижнего слоя гипса в верхний. Это явление можно приемлемо объяснить с позиций первично осадочной кристаллизации — кристаллы продолжают свой рост из тех вершин, которые не были полностью перекрыты глинисто-карбонатной границей.

В строении слоев крупно-гигантокристаллического гипса участвуют агрегаты: 1) мелкозернистого гипса; 2) относительно неболь-



ших (до 1–3 см) разноориентированных линзовидных кристаллов; 3) крупных и гигантских субориентированных перпендикулярно напластованию длиннопризматических, саблевидных кристаллов и колосьевидных сростков. Первые и вторые слагают маломощные (до 1–2 см) самостоятельные слои, а также занимают промежутки между гигантскими кристаллами в более мощных слоях. Третьи образуют основу или "каркас" более мощных слоев, представляя собой зоны друзового или параллельно-шестоватого роста.

Нередко внутреннее строение слоев крупногигантокристаллического гипса имеет отчетливую вертикальную зональность, свойственную росту кристаллов от поверхности зарождения с их последующим геометрическим отбором (рис. 3, *в*). Нижняя зона — зародышевая, для нее характерны небольшие (до 3 см)

разноориентированные кристаллы в цементирующей мелкозернистой массе. Следующая зона — друзовая, в ней размер призматических кристаллов гипса увеличивается до 5–10 см и они начинают приобретать ориентировку, перпендикулярную к слоистости. Количество мелкозернистого цемента при этом уменьшается. Друзовая структура очень хорошо выявляется в зонах вторичного выщелачивания (рис. 3, *б*). Третья — зона параллельно-шестоватого роста. Здесь доминируют гигантокристаллические агрегаты. Кристаллы размером более 10 см ориентированы субперпендикулярно напластованию, цементирующей массой для них выступают агрегаты меньших кристаллов. Такая направленность процесса понятна, если учесть, что начало кристаллизации обычно происходит в условиях перенасыщения. При этом отлагается зернистый

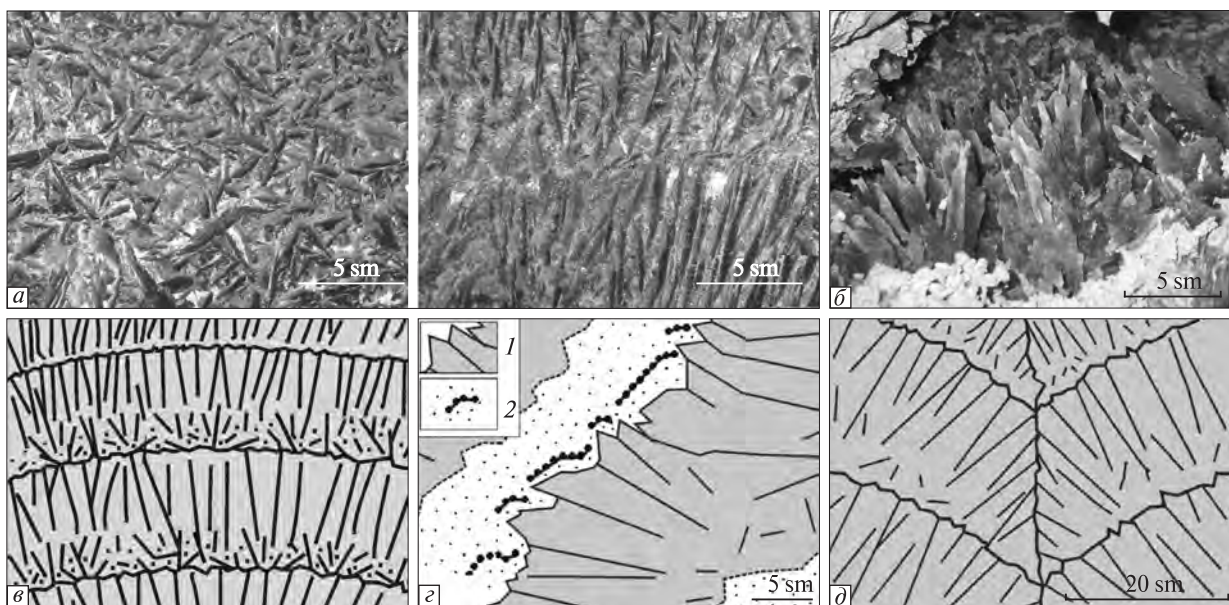


Рис. 3. Структуры и текстуры первичной кристаллизации и осаждения гипсов: *a* — ориентировка кристаллоагрегатов крупнокристаллического гипса в сечении, параллельном напластованию (левый снимок), в сечении, перпендикулярном напластованию (правый снимок); *б* — друзовая структура первичного (осадочно-кристаллизационного) медового гипса; *в* — зональное строение слоев крупно-гигантокристаллического гипса (зоны зачаточного, друзового, параллельно-шестоватого роста); *з* — фрагменты микрослоистости, отражающие минералогические уровни и отвесы (сечение вертикальное) (1 — слои гипса гигантокристаллической параллельно-шестоватой структуры, 2 — слои мелкозернистого гипса с площадками пологой микрослоистости на выступающих "шипах" гигантокристаллического гипса); *д* — кристаллизационный характер сочленения куполов, сложенных слоями гигантокристаллического гипса (сечение вертикальное)

Fig. 3. Structures and textures of initial crystallization and sedimentation of gipsums: *a* — orientation of crystalline aggregates of coarse-crystalline gypsum in different projections: in parallel with stratification (left), at right angle to stratification (right); *б* — drusy structure of the original (sedimentary-crystalline) honey gypsum; *в* — zonal structure of coarse-crystalline gypsum layers (zones of primordial, drusy, parallel-columnar growth); *г* — fragments of microlamination, showing mineralogical levels and plumb lines (vertical section) (1 — parallel-columnar huge-crystalline gypsum layers; 2 — fine-grained gypsum layers with gentle microlamination slopes at convex huge-crystalline gypsum "spikes"); *д* — crystallization character of domes' joint composed of huge-crystalline gypsum layers (vertical profile)

гипс и растут небольшие разрозненные разноориентированные призматические кристаллы. Уменьшение концентрации в ходе кристаллизации влечет за собой переход к друзовой форме роста. Часто в слоях крупно-гигантокристаллического гипса зародышевая и друзовая зоны сильно редуцированы и наблюдается формирование слитного параллельношестоватого агрегата непосредственно от поверхности зарождения. Это происходит за счет одновременного начала роста большого количества тесно соприкасающихся кристаллов. Как известно, точно так происходит формирование сферолитовых корок [5]. А.В. Побережский [19] приводит обратную схему зональности гипсового пласта, которая выделена им в самостоятельный цикл седиментации: вначале идет кристаллизация крупнокристаллического гипса, сменяющегося к кровле пласта мелкокристаллическим.

Размеры длиннопризматических саблевидных кристаллов в наиболее мощных слоях достигают 0,7 м. Вследствие субориентировки кристаллов перпендикулярно напластованию текстура и структура слоев в вертикальном и горизонтальном сечениях различны (рис. 3, а) и сильно напоминают строение годовых слоев новосадки галита в соленосных отложениях [4]. Это косвенно еще раз подтверждает вывод о седиментационно-кристаллизационной природе слоев крупно-гигантокристаллического гипса, поскольку, как справедливо замечает М.Г. Валяшко [4], текстуры и структуры кристаллизации различных галогенных пород имеют между собой много общего.

Таким образом, снизу вверх по разрезу гипсовой толщи меняется не только степень кристаллическости гипсов, но и параметры их слоистости. Для скрыто-мелкозернистых гипсов мощность слоев измеряется миллиметрами, для крупно-гигантокристаллических — сантиметрами и первыми десятками сантиметров. Очевидно, что такие различия вызваны колебаниями физико-химических условий садки гипса в исходном бассейне. Исходя из общих физико-химических закономерностей кристаллизации солей, можно заключить, что скрыто-мелкозернистый гипс осаждался довольно быстро из насыщенных и пересыщенных сульфатом кальция растворов. Крупно-гигантокристаллический гипс кристаллизовался медленнее из менее насыщенных сульфатных растворов. В связи с этим, учитывая

общую смену скрыто-мелкокристаллических гипсов крупно-гигантокристаллическими снизу вверх по разрезу, можно предположить, что эволюция сульфатонакопления в бассейне была вызвана постепенной сменой режима относительно замкнутого бассейна с насыщенными сульфатом кальция растворами на более открытый с менее насыщенными растворами. Такая трактовка согласуется с представлениями Д.П. Найдина [17] о трансгрессивном характере верхнетортонского бассейна.

Необходимо заметить, что описанная выше слоистость сохраняет все свои кристалломорфологические особенности (зоны шестоватого роста и др.), участвуя в строении куполовидных структур.

**Морфология и генезис куполовидных структур.** Куполовидная "складчатость" имеет четкую пространственную приуроченность к средней и верхней частям разреза гипсовой толщи, т. е. к гипсам крупно-гигантокристаллической структуры. Отсутствие ее в нижней скрыто-мелкозернистой пачке и в перекрывающих надгипсовых песчано-мергелисто-глинистых отложениях исключает тектонический фактор из дальнейшего рассмотрения возможных причин ее формирования. По данным С.Г. Дромашко [6], в "складчатости" участвуют и вышележащие породы (ратинские известняки и песчано-глинистые породы верхнего тортонна), что заметно в гипсовых карьерах Кудринцев, Завалье, Борщево, Дарабан. На этом основании С.Г. Дромашко объясняет данную "складчатость" в основном тектоническими причинами. Однако наши наблюдения в пещерах Мушкарова яма и Оптимистическая свидетельствуют, что линзы ратинских известняков лишь облекают "купола", утоняясь на их вершинах и утолщаясь в межкупольных участках. Это же касается и прослоя бентонитовых глин внутри гипсовой толщи. Причина такого залегания вполне ясна: осаждаясь равномерным слоем на дно бассейна, известковый гель, туфовый или глинистый осадок перетекал с возвышенных участков куполовидных полусфероидов в пониженные. В вышелегающих на ратинских известняках песчано-мергелистых отложениях верхнего тортонна "складчатость" затухает уже на расстоянии менее 50 см от контакта. Выше залегание пород горизонтально-слоистое.

Отсутствие каких-либо ориентированных в сублатеральном направлении макротекстур

внутри гипсовой толщи исключает подводно-оползневые явления и пластичное течение соляных масс при диагенезе осадков. Приуроченность куполовидных структур к первичным гипсам крупно-гигантокристаллической структуры исключает также механизм их формирования за счет гидратации ангидрита.

Морфология куполовидных структур имеет свои отличительные особенности, очень характерные для структур кристаллизационного роста и облекания. Прежде всего им свойственно сочетание радиально-лучистой и концентрически-зональной макроструктур кристаллоагрегатов, что является одним из характерных признаков сферолитов [5]. Зарождение и рост куполовидных форм происходит снизу вверх, начиная с уровня нижней части средней пачки гипсов. Диаметр структур постепенно увеличивается от первых сантиметров до 2,5 м в верхней части средней пачки и до 5—8 м к кровле гипсовой толщи. Амплитуда между ближайшими син-антиформами отдельных слоев на уровне средней части разреза гипсов составляет в среднем 0,5—1,0 м, максимум — до 1,5. В верхней гигантокристаллической пачке эта величина достигает 2—3 м. Ближе к кровле гипсовой толщи, где диаметр структур наибольший (5—8 м), выпуклость "куполов" имеет тенденцию к уменьшению. Оси симметрии внутри отдельных структур всегда направлены субвертикально вверх (симметрия куполовидного полусфероидов). Более крупные структуры, расположенные сверху, вмещают более мелкие, расположенные ниже. В верхней гигантокристаллической части гипсовой толщи множество соприкасающихся друг с другом куполовидных структур в плане составляют мозаику из выпуклых полигональных ячеек (рис. 1). Сочленение соседних "куполов" друг с другом имеет вид резкого углового "притыкания" с разными углами в зависимости от выпуклости "куполов". При этом отдельные слои крупно-гигантокристаллического гипса, подчеркивающие выпуклую структуру "куполов", прослеживаются из одного "купола" в другой без каких-либо вертикальных смещений. Морфология стыковки "куполов" не оставляет сомнений в их кристаллизационной природе. Параллельно-шестоватые кристаллы гипса слоев смежных "крыльев" расположены перпендикулярно напластованию навстречу друг другу, стыкуясь без каких-либо зон дробления и дефор-

маций, разъединяясь тонкой зубчатой границей, обогащенной глинисто-карбонатным материалом (рис. 3, д). Часто эти границы обновлены тонкими раскрытыми трещинами. Такие границы и трещины на стыках "куполов" активно вовлечены в спелеогенез с развитием по ним полигонального (в плане) лабиринта. В вертикальном сечении эти трещины часто наклонны в соответствии с характером стыковки соседних куполообразных структур разного размера.

Особенно важную роль в формировании куполовидных структур играет зона "начальной бугристости", создающая первичные достаточно крупные (до 0,5 м) неровности на горизонтально слоистых скрыто-мелкозернистых гипсах нижней пачки. Располагается она примерно посередине средней пачки гипсовой толщи и сложена мелкозернистым белым (светло-серым) гипсом, имеющим "хлопьевидную", "облачную", пятнистую текстуру (рис. 1, 2). Образно эту зону можно назвать "мелким кустарником". Механизм формирования "хлопьевидного" мелкозернистого гипса достаточно обычен с позиций кристаллизации из пересыщенных растворов. Это зона быстрого микросферолитового роста из множественных центров кристаллизации. Сверху эта зона перекрыта маломощным (2 см) слоем коричневого крупнокристаллического гипса, который облекает поверхность "хлопьев" и заходит внутрь в "межхлопьевые" промежутки. Наиболее вероятно, что этот крупнокристаллический гипс отложился из остаточного раствора после кристаллизации "хлопьев". Вышележащие слои гипса (как крупно-гигантокристаллического, так и скрыто-мелкозернистого) облекают образованные начальные неровности. При этом каждые последующие слои крупно-гигантокристаллического гипса, имея параллельно-шестоватое строение, генерализуют и укрупняют "начальную бугристость", приводя к формированию крупных куполовидных полусфероидов (мегасферолитов) диаметром до 5—8 м. Таким образом, данные структуры можно назвать структурами шестоватого роста и облекания.

В подтверждение данного механизма можно указать на некоторые седиментационные текстуры внутри "куполов", служащие своего рода минералогическими отвесами и уровнями. Так, в краевых участках "куполов", где слои имеют достаточно крутой уклон (обычно

30—45°, иногда до 70°), тонкие прослоечки скрыто-мелкозернистого гипса, залегающие согласно с вмещающими их наклонными слоями гигантокристаллического гипса, имеют многочисленные мелкие субгоризонтальные площадки (до 2—5 см) с внутренней тонкой субгоризонтальной слоистостью (рис. 3, з). Эти площадки залегают на верхних пологих поверхностях зубчатых выступов кристаллов нижележащего гигантокристаллического слоя. Часто они имеют вид ступенек. Субгоризонтальная слоистость на пологих поверхностях ступенек обычно выражена четко, а на субвертикальных участках она неясная, "размытая" или отсутствует. Это свидетельствует о том, что прослоечки тонкозернистого гипса отлагались на поверхности уже сформированных зубчатых кристаллов крупно-гигантокристаллического гипса, образующих своеобразную шестоватую кору в виде выпуклых полусфероидов на дне бассейна седиментации. Кроме этих седиментационных текстур стыковка куполов друг с другом, описанная ранее, имеет природу кристаллизационного роста и "притыкания" (рис. 3, д). Все эти текстуры свидетельствуют о синхронности "куполов" росту кристаллов из солеродных растворов.

Опираясь на изложенное, мы полностью согласны с В.И. Колтуном и Я.Т. Роскошем [11] в том, что механизм формирования описываемых структур аналогичен механизму формирования кристаллизационных сферолитов. Только масштаб этих структур на один—два порядка крупнее (до 8 м в диаметре), чем обычных сферолитов халцедон-кварцевого или карбонатного состава. Эти гигантские гипсовые "ежи" росли на дне мелководного бассейна, глубина которого была не меньшей, чем выпуклость самих полусфероидов, т. е. не менее 2 м (предположительно до 5—10 м).

**Влияние куполовидных гипсовых мегасферолитов на спелеогенез.** Размеры и степень выпуклости куполовидных структур непосредственно влияют на форму проявления и интенсивность карстовых процессов в карстующихся гипсах. Куполовидные структуры в плане имеют вид полигональных мозаичных ячеек с развитой по их границам полигональной сетью трещин (рис. 1). По мнению Б.А. Корженевского и В.Я. Рогожника [12], эта полигональная сеть трещин является контракционной, образовавшейся в результате обезвоживания (усыхания) гипсового массива

во время верхнетортонского перерыва в осадконакоплении (после седиментации ратинских известняков). На наш взгляд, исходя из изложенного выше строения и генезиса "куполов", совсем не обязательно привлекать контракционный механизм для объяснения полигональной трещиноватости. Достаточно просто ее можно объяснить тектоническими причинами. Границы полигональных ячеек ("куполов") — это ослабленные зоны (вследствие кристаллизационного "притыкания"), которые легко активизируются тектоническими движениями с образованием по ним полигональной сети трещин. На тектоническую причину указывает и то, что в структуре полигонального лабиринта отчетливо "проглядывает" субортогональная ориентировка, свойственная тектонической трещиноватости данного региона. Таким образом, обе системы трещиноватости, развитые в гипсовой толще (субортогональная в массивных мелкозернистых гипсах и полигональная в гигантокристаллических гипсах с куполовидной слоистостью), имеют общую тектоническую причину, но разные формы проявления в зависимости от литологического фактора. Чем интенсивнее выпуклость полусфероидов, тем четче проявлена полигональная трещиноватость на их стыках и, соответственно, интенсивнее протекают карстовые процессы и формирование пещерного лабиринта полигонального плана. В участках, где амплитуда куполовидных структур средней пачки гипсов незначительная (до 0,5 м), а также в массивных мелко-скрытозернистых гипсах нижней пачки полигональная трещиноватость не проявлена. Вместо нее на первый план выступает обычная для тектонической трещиноватости субортогональная система.

По амплитуде "куполов" средней пачки гипсов различаются участки с малой (до 0,5 м) и с большой амплитудой (1—1,5 м). Намечается определенная зависимость между амплитудой "куполов" гипсовой толщи и морфологией лабиринта пещеры Мушкарова яма. Участки с небольшой амплитудой "куполов", как правило, полностью заложены в средней пачке гипсов, ограничиваясь сверху кровлей бентонитового прослоя, и практически не имеют открытых зияющих проработанных трещин, уходящих в верхнюю пачку гипсов. К таким относится весь привходовой район пещеры (центр и восток). Верхняя гигантокристалли-



ческая пачка в этих участках складывается очень пологими слабоволнистыми слоями без четко оформленных "куполов". Поэтому и полигональная сеть трещиноватости здесь не проявлена. Там же, где амплитуда "куполов" возрастает до 1 м и более, лабиринт пещеры открывается вверх открытыми проработанными трещинами, уходящими в верхнюю гигантокристаллическую пачку гипсов, и становятся доступными для наблюдения фрагменты верхнего этажа пещеры. Такая связь объясняется тем, что при большей амплитуде "куполов" сильнее проявляются сквозные трещины, пересекающие как среднюю, так и верхнюю пачки гипсовой толщи. Амплитуда "куполов", таким образом, служит важным структурным критерием, обуславливающим различия в морфологии пещерных лабиринтов, в проявлении тектонической трещиноватости и может выступать в качестве поискового признака верхнего яруса пещер, заложенного в гигантокристаллических гипсах.

**Заключение.** На основании изложенного выше нам представляется вполне обоснованным и соответствующим фактическому материалу седиментационно-кристаллизационный механизм формирования этих весьма экзотичных структурных форм в гипсах путем шестоватого придонного роста и облекания (мегасферолиты). При этом роль различного рода процессов перекристаллизации на этапе диагенеза, на наш взгляд, не является определяющей. Особенности и закономерности внутреннего строения мегасферолитовых структур позволяют сделать также некоторые выводы относительно процессов седиментации и кристаллизации в солеродном бассейне. Так, сквозное, непрерывное развитие "куполов" в пределах средней и верхней частей разреза гипсовой толщи свидетельствует о непрерывности седиментации в этот период и отсутствии перерывов, связанных с осушением бассейна. В противном случае куполовидная слоистость была бы срезана вышележащими гипсовыми слоями. Строгая выдержанность мезослоистости гипсов на значительной площади (~100 км<sup>2</sup>) и параметры выпуклости мегасферолитовых структур свидетельствуют также о мелководности бассейна седиментации, глубина которого была не меньшей, чем выпуклость самих полусфероидов, т. е. не менее 2 м. Мегасферолитовые структуры предопределили специфический (полигональный) план

проявления в гипсах тектонической трещиноватости, что, в свою очередь, повлияло на особенности развития карстовых процессов.

1. *Алексеев И.И.* Сера Предкарпатя. — М., 1967. — 304 с.
2. *Андрейчук В.Н., Коржик В.П.* Пещерная система Золушка // Пещеры. Типы и методы исследования. — Пермь : Перм. ун-т, 1984. — Вып. 19. — С. 25—29.
3. *Бобровник Д.П., Карпенчук Ю.Р.* К литологии и минералогии верхнетортонских отложений тирасской свиты внутренней зоны Предкарпатского прогиба // Вопросы литологии и петрографии. — Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1969. — Кн. 1. — С. 46—56.
4. *Валяшко М.Г.* Галит, основные его разновидности, встречаемые в соляных озерах, и их структурные разновидности // Соляные озера. Методы их изучения и пути использования. — Л.-М. : Госхимиздат, 1952. — С. 25—53. — (Тр. Всесоюз. ин-та галургии; Вып. 23).
5. *Годовиков А.А., Рипинен О.И., Степанов В.И., Абрамов Д.В.* Сферолиты, сферокристаллы, сфероидолиты, ядросферолиты // Новые данные о минералах. — М. : Наука, 1989. — С. 24—36. — (Тр. Минерал. музея им. Ферсмана АН СССР; Вып. 36).
6. *Дромашко С.Г.* К минералогии гипсов Приднестровья // Вопросы минералогии осадочных образований. — Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1955. — Кн. 2. — С. 138—174.
7. *Дублянский В.Н., Ломаев А.А.* Карстовые пещеры Украины. — Киев : Наук. думка, 1980. — 180 с.
8. *Дублянский В.Н., Смольников Б.М.* Карстолого-геофизические исследования карстовых полостей Приднестровской Подолии и Покутья. — Киев : Наук. думка, 1969. — 151 с.
9. *Климчук А.В., Андрейчук А.Н., Турчинов И.И.* Структурные предпосылки спелеогенеза в гипсах Западной Украины. — Киев, 1995. — 104 с.
10. *Климчук А.В., Рогожников В.Я.* Сопряженный анализ истории формирования пещерной системы (на примере пещеры Атлантида). — Киев : Изд. ИГН АН УССР, 1982. — 56 с.
11. *Колтун В.И., Роскош Я.Т.* Об условиях образования гипсов и ангидритов Приднестровья // Вопросы литологии и петрографии. — Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1969. — Кн. 1. — С. 172—176.
12. *Корженевский Б.А., Рогожников В.Я.* О значении контракционной трещиноватости в формировании карстовых лабиринтовых систем в гипсах Подолии // Вопросы генезиса, динамики, формирования подземных вод и воднофизические свойства пород УССР. — Киев : Наук. думка, 1978. — С. 147—152.
13. *Кропачева С.К.* К взаимоотношению гипса и ангидрита в верхнетортонских хемогенных отложениях Предкарпатя // Вопросы минералогии осадочных образований. — Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1970. — Кн. 8. — С. 27—34.

14. *Кудрин Л.Н.* Гипсы верхнего тортоня юго-западной окраины Русской платформы // Уч. зап. Львов. ун-та. Сер. геол. — 1955. — **35**, вып. 8. — С. 129—161.
15. *Кульчещкая А.А.* Генезис гипса и ангидрита из осадочных пород Украины (по данным изучения включений минералообразующей среды) : Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Киев, 1987. — 19 с.
16. *Кульчещкая А.А.* Генетические особенности гипсов Приднестровья // Минерал. журн. — 1982. — **4**, № 3. — С. 61—66.
17. *Найдин Д.П.* К вопросу об условиях образования и стратиграфическом положении гипсов Приднестровья // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. — 1951. — **26**, вып. 3. — С. 79—84.
18. *Петриченко О.И., Побережский А.В.* О седиментационных разностях гипса в древних эвапоритовых бассейнах // Проблемы морского и континентального галогенеза : Тез. докл. IV Всесоюз. солевого совещ. — Новосибирск, 1988. — С. 58—59.
19. *Побережский А.В.* Физико-химические условия формирования баденских сульфатно-карбонатных отложений Предкарпатья (в связи с их сероносностью) : Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Львов, 1991. — 20 с.
20. *Полкунов В.Ф., Косторовская А.И., Архипова Л.Д.* Особенности литологического состава гипсоангидритового горизонта тирасской свиты верхнего тортоня // Строение и закономерности размещения серных месторождений СССР. — Киев : Наук. думка, 1979. — С. 134—143.
21. *Рипун М.Б.* Нові дані до петрографії гіпсо-ангідритового горизонту Передкарпатського прогину // Геол. журн. — 1961. — **21**, № 5. — С. 76—82.
22. *Babel M.* Growth of crystals and sedimentary structures in the saber-like gypsum (Miocene, Southern Poland) // Preglad Geologicny. — 1986. — **34** (4). — P. 204—208.
23. *Turchinov I.I.* The Badenian (Middle Miocene) gypsum section in Kryvche (Podolia, West Ukraine) // Bill. PIG. — 1999. — **387**. — P. 70—74.
24. *Turczynow I.I., Andrijczuk W.N.* Kopolowate struktury w badenskich gipsach Naddniestrza // Ibid. — 1995. — **43**. — P. 403—405.

Поступила 28.02.2011

*В.В. Покалюк, А.М. Дорошенко, С.І. Терещенко*

#### МЕГАСФЕРОЛИТИ У ГІПСАХ ПРИДНІСТРОВ'Я (ПОХОДЖЕННЯ ТА ВПЛИВ НА СПЕЛЕОГЕНЕЗ)

Досліджено морфологію, структуру, особливості локалізації та розповсюдження так званих куполовидних структур у гіпсовій товщі верхнього тортону Придністерського Поділля. Обґрунтовано осадово-кристалізаційний генезис гіпсових "куполів" із солеродних розчинів шляхом шестуватого придонного росту і облямування (мегасфероліти). Показано вплив цих структур на прояви карстових процесів та їх інтенсивність у процесі утворення печер.

*V.V. Pokalyuk, A.N. Doroshenko, C.I. Tereschenko*

#### MEGASPHERULITES IN GYPSUMS OF THE DNISTER PODILLIA REGION (ORIGIN AND INFLUENCE ON SPELEOGENESIS)

Morphology, structure, localization and distribution features of the so-called dome structures within the gypsum mass of Upper Tortonian of the Dnister Podillia region have been studied. The initial sedimentary crystallization genesis of the "domes" from salt-generating brine by columnar growth of gypsum crystals (megaspherolites) was substantiated. Connection of the "domes" morphology with intensity and manifestation of karstic processes during formation of caves has been analyzed. The dome forms grow upwards with the structures' diameter increasing from several centimeters to 5—8 m towards the top of the gypsum mass. Symmetry axes within separate structures are always subvertical (symmetry of a dome hemispheroid). Larger structures located upwards enclose smaller ones located below. The ensemble of the adjoining dome structures composes a mosaic of convex polygonal cells. The formation mechanism of the above-described structures is similar to that of ordinary crystallization spherulites while the size of the first ones is 10—100 times larger (up to 10 m in diameter). These huge structures grew at the bottom of a shallow basin with the depth exceeding the convexity of the hemispheroids, i. e. over 2 m (presumably to 5—10 m).