

2. Среди фосфатов выделяются три разновидности:

- а) собственно вивианит, являющийся эфемерным образованием в условиях земной поверхности, в силу своей неустойчивости к окислению;
- б) две другие разновидности фосфатов — «синий фосфат» и «желтый фосфат» — являются устойчивыми для данных условий минералами и характерными минеральными новообразованиями долинно-балочных болот лесостепной зоны.

3. Исследование двух указанных устойчивых разновидностей фосфатов методами химического, спектрального, термического и кристаллооптического анализов позволило отнести первую разновидность («синий фосфат») к β -керчениту, а вторую разновидность («желтый фосфат») — к босфориту. Оба эти минерала имеют широкое распространение не только в современных болотных отложениях, но и в третичных железорудных месторождениях Керченского полуострова, где они были подробно изучены.

ЛИТЕРАТУРА

- Бушинский Г. П. Условия накопления сидеритов, вивианитов и бурых железняков в болотах Белоруссии. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., т. 21 (3), 1946.
- Глинка К. Д. Геология и почвы Воронежской губернии. Воронеж, 1921.
- Двойченко П. Минералы Крыма. Зап. Крымск. общ. естеств. и люб. прир., т. IV, 1914.
- Дохтуровский В. С. Торфяные болота ОНТИ, 1935.
- Орлов А. Н. Результаты исследования вивианитов БССР. Агрономические руды, № 5, 1939.
- Попов С. П. Минералы рудных пластов Керченского и Таманского полуострова. Тр. Геол. музея Акад. наук, т. IV, 1910.
- Попов С. П. О керченитах. Изв. Геол., ком., т. 48, № 10, 1929.
- Чухров Ф. В. Новые находки. Босфорит. Тр. Ломоносов. инст. АН СССР, минер. сер., вып. 10, 1937.
- Gärtner A. Über Vivianit und Eisenspat in Mecklenburgischen Mooren. Rostock, 1897.
- Senft F. Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildung. Leipzig, 1862.

В. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГИПСА ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Среди распространенных минеральных новообразований в почвообразующих породах одним из наиболее типичных гипергенных минералов является гипс. Образование гипса в поверхностных отложениях следует считать характерным явлением для гипергенного процесса зоны южных степей и полупустынь, однако эти новообразования встречаются также в зоне северных степей и лесостепей.

Сравнительно крупная величина образований гипса в поверхностных отложениях привлекала к нему внимание многих исследователей. Явная связь образования гипса в подпочвенных породах с общим развитием почвообразовательного процесса определила включение новообразований гипса (так же как и карбонатных новообразований) в сферу интересов почвоведения.

Кристаллы, друзы и стяжения мелкокристаллического гипса в четвертичных отложениях были впервые упомянуты К. Д. Глинкой (1893) при описании почв района Каменной степи; несколько более подробно эти новообразования были описаны Г. Н. Высоцким (1900) для районов Велико-Анадола и Каменной степи.

Позже «подпочвенные» образования гипса sporadически отмечались в многочисленных почвенных исследованиях. Из работ последнего времени следует отметить статьи А. П. Бирюковой (1947) и В. Н. Щербины (1949), посвященные проблеме массового скопления гипса в условиях интенсивного засоления.

Характерной особенностью всех указанных работ является отсутствие точного исследования вещества гипсовых новообразований.

В настоящей статье, помимо краткой сводки условий нахождения гипсовых новообразований в четвертичных отложениях, приводятся результаты их кристаллооптического, химического и спектрального исследований.

1. УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГИПСА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Выше указывалось, что гипс образуется от южного лесостепья до зоны полупустынь. Однако новообразования гипса встречаются далеко не повсюду в пределах указанной территории.

Во-первых, новообразования гипса присутствуют исключительно в четвертичных отложениях или в отложениях, залегающих на границе неогена и квартера, возраст которых окончательно не установлен (красные «скифские», «сыртовые» глины). Новообразования гипса не были обнаружены под почвами, развитыми на коренных породах (на песчанике мелу, на палеогеновых глинах).

Во-вторых, новообразования гипса, как правило, залегают в отложениях суглинистого состава, почти не встречаясь в песчаных отложениях. Последнее обстоятельство было впервые отмечено В. Н. Щербиной (1949).

Глубина залегания гипса, по общему мнению всех исследователей, определяется глубиной залегания горизонта грунтовых вод. Однако часть авторов считает, что возникновение новообразований гипса обязано испарению грунтовых вод (В. Н. Щербина, А. П. Бирюкова и др.), другая же часть, по нашему мнению, более обоснованно связывает образование гипса как с нисходящими почвенными растворами, фильтрующимися через почву и грунт, так и с грунтовыми водами, капиллярно поднимающимися вверх.

Для новообразований гипса характерен общеизвестный факт более глубокого их залегания по отношению к карбонатным новообразованиям («псевдомиделию», «белоглазке»), что является доводом к объяснению образования гипса из нисходящих почвенных растворов, так как сернокислый кальций является более подвижным образованием, чем карбонаты. Глубина находений новообразований гипса, как правило, превышает 2 м и обычно заканчивается на 3 м, в виде исключения достигая 4 м. Наличие второго горизонта новообразований гипса — явление очень редкое и имеет связь с процессами не настоящего времени, а предшествующих эпох.

Величина разрыва между горизонтами карбонатных новообразований и выделений гипса не отличается постоянностью (от 0,40 м до 2,0 — 3,0 м) и, по-видимому, определяется конкретными условиями каждой данной обстановки.

2. МОРФОЛОГИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГИПСА

Новообразования гипса представлены мелкими, прозрачными, пластинчатыми кристаллами, а также их сростками и закономерными стяжениями (конкрециями).

Имеются указания на то, что отдельные выделения гипса образуют собой сплошной пласт (Щербина, 1949). Автором подобного явления не наблюдалось.

Кристаллы гипса имеют величину от нескольких десятых долей до нескольких единиц миллиметра. Величина стяжений гипса достигает



Рис. 1. Гипсовые конкреции. Борисоглебский район Балашовской области. Нат. вел.

дециметра в диаметре. Гипсовое стяжение имеет неровную поверхность, образованную острыми вершинами кристаллов, и пустоту в центральной части, усеянную друзовидно растущими кристаллами. Текстуру стяжений следует определять как друзовидную (рис. 1 и 2).

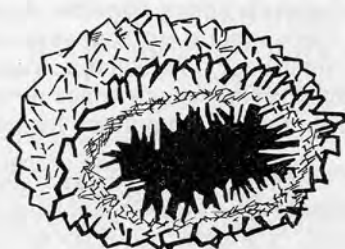


Рис. 2. Зарисовка гипсовой конкреции. Таловский район Воронежской области. Увел. в 2½ раза.

В шлифе, изготовленном из стяжения гипса, видна равномерно-зернистая структура. Зерна чистые; включения пелитового материала наблюдаются сравнительно редко. Это особенно следует подчеркнуть, имея в виду, что карбонатные стяжения («журавчики») буквально переполнены частицами вмещающей породы. Нередко по границе соприкосновения отдельных зерен гипса, реже — внутри зерен присутствуют мельчайшие, измеряемые микронами, выделения карбонатов (кальцита).

Рассеянные мельчайшие выделения кальцита и редкие зерна эпсомита величиной до 1 мм, содержащиеся в более чем незначительном количестве, составляют парагенетическую ассоциацию новообразований гипса. Тщательное изучение новообразований под бинокляром и под микроскопом позволяет утверждать отсутствие других новообразованных минералов, одновозрастных гипсу.

После испарения в течение двух недель дистиллированной воды, которой отмывались извлеченные из грунта стяжения гипса, на дне кристаллизатора образовался осадок, в котором в результате иммерсионного анализа был обнаружен только эпсомит, иногда содержащий скопления мельчайших выделений кальцита. Дистиллированная вода после отмывки гипса, опробованная на Cl' , показала содержание указанного иона в виде следов.

3. КРИСТАЛЛООПТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВООБРАЗОВАНИЙ ГИПСА

Величины светопреломления гипса, определенные иммерсионным методом в белом свете при помощи проверенного набора иммерсионных жидкостей, изготовленных в лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС), следующие:

$$N_g' = 1,530 \pm 0,002$$

$$N_p' = 1,521 \pm 0,002$$

$$N_g - N_p = 0,009$$

Дисперсия показателей преломления равна 0,012.

Дисперсия оптических осей очень слабая $\eta > \nu$.

В новообразованиях гипса, как в отдельных зернах, так и в конкрециях, широко распространены двойники (рис. 3). Облик сдвойникованных кристаллов чечевицеобразный.

Определение оптической ориентировки и двойникового закона кристаллов гипса, произведенное на столике Федорова, дало следующие результаты.

Оптическая ориентировка плоскости весьма совершенной спайности по (010):

$$\begin{array}{l} \nearrow N_g = 90^\circ \\ \perp (010) - N_m = 0^\circ \\ \searrow N_p = 90^\circ \end{array}$$



Рис. 3. Зарисовка обломка конкреции гипса с сдвойникованными кристаллами. Борисоглебский район Балашовской области. Увел. в 10 раз.

Таким образом, плоскость оптических осей лежит в плоскости второго пинакоида. Угол оптических осей $2V = (+)55^\circ (\pm 2^\circ)$ для белого света (вместо 58° по имеющимся данным). Угол между N_g и осью c равен $50^\circ (\pm 2^\circ)$ вместо $52,5^\circ$ по данным справочника (Бетехтин, 1950). Полюс двойниковой плоскости образует с осями оптической индикатрисы следующие углы: $\angle N_g = 36^\circ$, $\angle N_m = 90^\circ$, $\angle N_p = 54^\circ$. Будучи нанесенной на стереографическую проекцию форм кристаллов гипса (в ориентировке В. Гольдшмидта), двойниковая плоскость почти совпадает с плоскостью (100).

Закон двойникования кристаллов новообразованного гипса определяется как галльский (Бетехтин, 1950). Некоторое несовпадение результатов с данными справочников объясняется невысокой точностью примененного метода ($\pm 2^\circ$).

На основании произведенных измерений можно считать, что кристаллы гипса сплюснуты по оси a , а чечевицеобразный их облик обусловлен преобладающим развитием грани (100) и системой мелких вицинальных граней.

Описанный облик кристаллов не является типичным для гипса вообще и, по-видимому, характерен только для специфических гипергенных условий образования этого минерала.

4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГИПСА

Результаты химического анализа описываемых гипсов приводятся в табл. 1.

Таблица 1

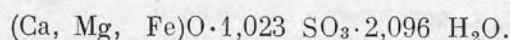
Химический состав новообразований гипса

Компоненты	Результаты анализа, вес. %	Пересчет на 100%	Молекул. колич.	Молекул. отнош.
H ₂ O	19,26	21,26	1,182	2,096
SO ₃	41,79	46,15	0,577	1,023
CaO	28,76	31,75	0,549	
FeO	0,41	0,45	0,006	1,000
MgO	0,35	0,39	0,009	
MnO	Следы	—	—	—
Cl	"	—	—	—
Нераств. остаток . .	8,80	—	—	—
Сумма	99,37	100,00	—	—

Удельный вес 2,37

Аналитик П. И. Якшова, Воронежский университет

Формула анализированного гипса имеет следующий вид:



Повышенное содержание кристаллизационной воды, по-видимому, происходит за счет загрязнения пробы глинистым веществом. Этим же объясняется отклонение величины удельного веса на 0,06 в большую сторону по сравнению с имеющимися данными.

Спектральное исследование материала новообразований обнаружило почти полное отсутствие элементов-примесей (табл. 2).

Таблица 2

Результаты спектрального анализа новообразований гипса

Элементы	Содержание	Элементы	Содержание
Ca	Оч. сильное	Ti	Слабое
Si	Среднее	Sr	"
Al	"	Na	Оч. слабое
Fe	"	Mn	" "
Mg	"	Cu	" "

Аналитик Н. В. Лизунов, Институт геологических наук АН СССР

Часть элементов, обнаруженных спектральным анализом, — Si, Al, Ti, Na, входит в состав вмещающей породы, отдельные частицы которой присутствуют внутри кристаллов гипса. Следует отметить присутствие рассеянной меди и слабой примеси стронция, по-видимому, изоморфно замещающего кальций.

Полевые наблюдения и впервые примененные точные методы исследования новообразований гипса (кристаллооптический, химический и спектральный анализы) позволяют сделать следующие выводы.

1. Новообразования гипса в поверхностных отложениях Европейской части СССР пользуются широким распространением в зоне южных степей и полупустынь, а также встречаются в зоне северных степей и лесостепья. Новообразования гипса присутствуют только в четвертичных и верхне-неогеновых отложениях, причем явно тяготеют к породам суглинистого состава.

Новообразования гипса локализируются в определенном горизонте, располагающемся обычно на глубине 2—3 м от поверхности. Указанный горизонт всегда находится ниже горизонта карбонатных новообразований, если только не имеют места реликтовые образования.

2. Новообразования гипса встречаются как в виде отдельных кристаллов, так и в виде конкреций. Величина кристаллов — от десятых долей до нескольких миллиметров, величина конкреций — несколько сантиметров. Микроскопическое исследование кристаллов гипса обнаружило почти полное отсутствие включений частиц вмещающей породы. Новообразованный гипс тесно ассоциирует с кальцитом и эпсомитом, присутствующими в резко подчиненном количестве по сравнению с массой гипса.

3. Кристаллооптика новообразованного гипса обычна. Характерной особенностью кристаллов являются двойники сростания по галльскому закону с плоскостью сростания (100), сплюснутые по оси *a* и имеющие чечевицеобразный облик. Подобный облик кристаллов, по-видимому, является характерным для гипергенного гипса из четвертичных отложений.

4. Помимо обычных компонентов, химическим анализом установлено присутствие в исследованном гипсе магния и железа в количестве нескольких десятых долей процента. Спектральный анализ обнаружил почти полное отсутствие элементов-примесей, из которых присутствуют только стронций и медь в виде слабых следов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолгиздат, 1950.
Бирюкова А. П. О формировании в почве горизонтов массового скопления гипса. Почвоведение, № 11, 1947.
Высоцкий Г. Н. Степной иллювий и структура степных почв. Почвоведение, № 2—3, 1900.
Глинка К. Д. О ледниковых и послеледниковых образованиях и грунтовых водах Каменной Степи, Бобровского уезда Воронежской губернии. Тр. СПб. общ. естеств., отд. геол. и минер., т. XXII, вып. 2, СПб., 1893.
Щербина В. Н. Почвенный гипсовый горизонт как один из факторов формирования ископаемых гипсоносных отложений. Докл. АН СССР, LXIV, № 5, 1949.