

УДК 553.75:553.556(477.7)

Е.Ф. Шнюков¹, В.А. Кутний¹, С.П. Науменко¹, Н.А. Маслаков¹

ТРАВЕРТИНЫ И ДРУГИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Приведены данные изучения минералогии отложений газоводных источников (углекислых, сероводородных, полиминеральных) Керченского полуострова. Применение современной аппаратуры существенно расширило перспективы обнаружения новых для региона минеральных видов.

Травертин – пористая, ячеистая порода, образовавшаяся в результате осаждения карбоната кальция (кальцита, арагонита) из горячих или холодных углекислых источников. Содержит зачастую отпечатки растений и различные органические остатки [8]. В Геологическом словаре [7] травертин толкуется как синоним известкового туфа.

П.П.Авдусин [1] отмечает повсеместное повышенное содержание углекислоты в сопочных водах всей Крымско-Кавказской геологической провинции. Сведений о травертинах Керченского полуострова в литературе немного. Упоминаются они в описаниях грязевулканических вод [2, 3, 5, 13, 15]. Г.И. Лычагин подробно описывает отложения Сеит-Элийского (в другой транскрипции – Сеит-Элинский) минерального источника в отчете о комплексной геологической съемке Керченского полуострова: “Вода просачивается в нескольких местах из мощного покрова известкового туфа (травертина). Площадь этого покрова 150×60 метров. Мощность неизвестна, но, по-видимому, 2-4 и более метров. Травертины представляют собой очень крепкий серый известняк, довольно характерной структуры. В нем заметна грубая слоистость, обусловленная последовательным отложением коржевидных слоев. Местами в травертин как бы впаяны куски и глыбы чокракского известняка, выходы которого имеются вверху склона. Вода вытекает по краям травертинового плато и из углублений на поверхности” [12].

Грязевые вулканы выбрасывают большое количество обломков разнообразных горных пород. Среди них встречаются и новообразованные карбонаты – фрагменты плотных агрегатов и кристаллов, преимущественно кальцита. Иногда жильный кальцит пронизывает сопочную брекчию и, несомненно, является продуктом грязевулканической деятельности. Часто в пределах сопочных полей развиваются процессы карбонатизации брекчий, описанные в Новоселовской, Каялы-Сартской, Бурулькайской, Солдатско-Слободской и других структурах. В Новоселовской вдавленной синклинали содержание СаО достигало 9,44%, СО₂ – 9,69%, а на

¹Шнюков Е.Ф., Кутний В.А.¹, Науменко С.П.¹, Маслаков Н.А.¹.

¹Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, г.Киев

Солдатско-Слободской сопке – 51,98% и 41,96% соответственно. Фактически это зона сплошной карбонатизации. Южнее зоны под пластом окисленной сопочной глины вскрыт крупный ископаемый грязевой грифон, сложенный еще не затвердевшей глиняной брекчией, обильно пропитанной йодом и нефтью [19].

Нами были исследованы почти все грязевулканические объекты на Керченском полуострове. В настоящей статье приводятся данные по Тарханско-Булганакской группе углекислых сопочных вод, отличающихся значительным выделением CO_2 .

Минерализация воды в углекислых источниках – от 8,8 до 15,6 г/л, содержание свободной углекислоты – от 500 до 2000 мг/л. Содержание CO_2 в составе газов – от 36 до 98 % [2].

Образцы травертина отобраны на Большом Тархане (Травертиновый грифон), на Малом Тархане (сопка Шилова) и на Булганакском сопочном поле (сопка Обручева). Наиболее выразительны и представительны травертиновые образования в пределах сопочного поля Большой Тархан. Здесь на значительной площади развиты многочисленные грифоны и сальзы, постоянно выделяющие газ.

Один из обследованных грифонов размером 1,5×2,0 метра расположен в северо-восточной части сопочного поля (рис. 1). По краям наблюдается мощное обрамление из травертина, который прослеживается на всю глубину ванны грифона (до 0,5 м и глубже). Сильно заиленные травертиновые отложения в виде мелких ступеней хорошо заметны и вдоль вытекающего из грифона водного потока. Образцы травертина внешне выглядят как слоистые и бугристые нарастания, ноздреватые и пористые, темносерого и буроватого цвета (рис. 2). В разрезе наблюдаются хаотически расположенные светлые и темные полосы и пятна (рис. 3).

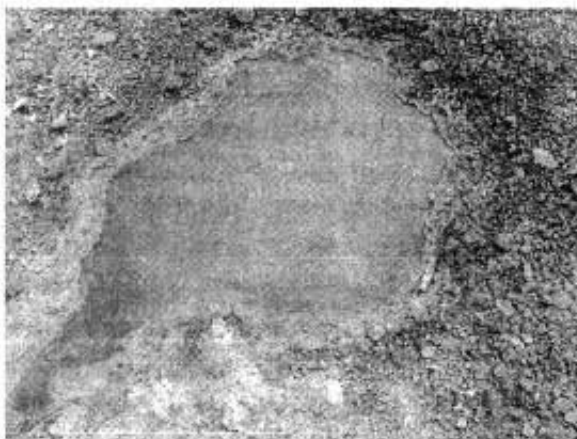


Рис. 1. Общий вид травертинового грифона. Сопочное поле грязевого вулкана Большой Тархан.

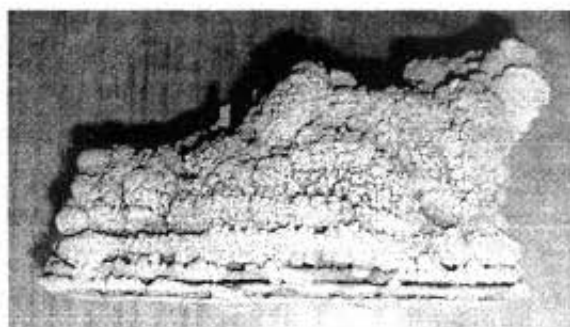


Рис. 2. Внешний вид травертина из отложений грифона. Грязевый вулкан Большой Тархан (натуральная величина).

По результатам рентгеновских определений светлые участки травертина диагностированы как кальцит с небольшой примесью кварца (1-2 %), что является механической примесью. Темные участки определены как кальцит – CaCO_3 и доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ с примесью кварца и



Рис. 3. Разрез образца травертина (Большой Тархан).

гетита. Пробы проанализированы в лаборатории кристаллохимии и структурного анализа ИГМР НАН Украины на дифрактометре ДРОН-2 ($\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$ – излучение). Запись в обзорном масштабе производилась со скоростью 2° в минуту, сканирование участков спектра со скоростью $1^\circ/\text{мин}$ и $0,5^\circ/\text{мин}$ (аналитик В.С.Мельников).

Отличаются светлые и темные участки также по результатам спектрального анализа (табл. 1).

Таблица 1.

Спектральный состав светлых и темных образцов травертина сопочного поля Большой Тархан (%)

Проба	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ti	P	Ba	Sr
К-2-05 (светлое)	0,5	0,8	0,8	>5,0	1,0	0,3	0,04	0,03	>1,0	н/опр
К-2-05 (темное)	>5,0	>5,0	>1,0	>5,0	>5,0	0,45	0,15	0,3	0,1	н/опр

Обнаружены также Zr, Ce, La – сотые доли процента, Ni, Co, V, Cr, Mo, Cu, Zn, Y, Li – тысячные доли. Другие элементы – в незначительном количестве

Анализы выполнены в лаборатории спектральных методов исследований ИГМР НАН Украины (аналитик А.А.Таращан).

Различие в минеральном составе и содержании элементов светлых и темных частей травертина зависит, по-видимому, от степени распреснения сопочных вод на поверхности атмосферными осадками и степени активности грязевого вулкана.

По результатам рентген-флюоресцентного анализа травертинов (табл.2) в наиболее значительном количестве содержатся железо, стронций и барий.

Таблица 2.

Содержание в травертине отдельных элементов по данным рентген-флюоресцентного анализа (%)

Проба	Fe	Sr	J	Ba	Место отбора
К-2-05-1	1,95	0,239	0,016	0,355	Б.Тархан (верх грифона)
К-2-05-2	1,72	0,194	0,018	0,264	Б.Тархан (на глуб.0,5 м)
К-8-05	0,43	0,117	-	0,023	М.Тархан (сопка Шилова)
К-15-05	1,26	0,543	0,024	0,264	Булганак (сопка Обручева)

Анализы выполнены в лаборатории рентгеновских методов исследований геологического факультета Киевского Национального университета им. Тараса Шевченко (аналитик С.П. Савенок).

В таблице 3 приведены усредненные химические анализы двух образцов травертина (без разделения светлых и темных участков):

1 – грязевой вулкан Большой Тархан, проба К-2-05; анализ выполнен в лаборатории отдела геохимии техногенных металлов и аналитической химии ИГМР НАН Украины (аналитик О.П.Красюк);

2 – Сеит-Элийский минеральный источник [12]

Таблица 3.

Результаты химического анализа травертина (%)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	ппп	S _{общ}	Сумма
1	13,24	0,16	1,48	4,35	1,43	0,41	1,14	40,29	0,35	0,35	0,18	0,28	35,32	0,08	99,66
2	—	—	0,8	0,11	—	—	6,46	45,65	—	—	—	—	44,91	0,25	99,68

Сеит-Элийский травертин отличается от Б.Тарханского большей магниальностью и меньшим содержанием механических примесей – 3,15%.

Изучение травертинов в прозрачных шлифах под микроскопом выявило их сходство между собой. Карбонат (кальцит) в основной массе – микритовый, местами слабо раскристаллизованный. По оторочкам пор и каверн наблюдаются натечные формы. Поля шлифов изобилуют многочисленными включениями терригенного материала и пятнами органического вещества коричневого цвета. Обломочный материал часто облекается оторочками слабо раскристаллизованного микрита.

Травертины, или известковые туфы образуются также в местах выхода горячих насыщенных известью минеральных источников. Кальцит в этих случаях образуется при перекристаллизации коллоидов карбоната кальция. Иногда в связи с отложением углекислой извести из горячих источников образуются замечательные по рисунку тонкополосчатые разности, известные под названием “мраморного оникса” [6]. На Керченском полуострове подобные образования не выявлены.



В сероводородных источниках полуострова широко представлено сероосаждение (Каялы-Сартская, Репьевская (рис.4), Горностаевская, Чокракская (рис.5), Бурулькская, Вулкановская, Сюурташская, Баксинская и другие структуры).

Рис. 4. Общий вид Репьевского сероводородного источника.

Рис. 5. Общий вид одного из Чокракских сероводородных источников.



Ложе источников обычно черное, а на поверхности омываемых водой камней отлагается тонким слоем самородная сера бледножелтого цвета (рис. 6). Серные выделения в встреченных нами источниках у озера Чокрак образуются в результате окисления сероводорода кислородом воздуха [4]. Второй вариант превращения H_2S в серу происходит биохимическим путем в результате жизнедеятельности бактерий, преимущественно *Beggiatoa mirabilis* и *Thiospirillum*. Эти бактерии, питаясь сероводородом, превращают его в серу, которую откладывают внутри своих клеток в виде желтых блестящих шариков (рис. 7). В ряде случаев (*Beggiatoa*) сера составляет 95% их массы [10]. В большинстве случаев оба процесса происходят одновременно.

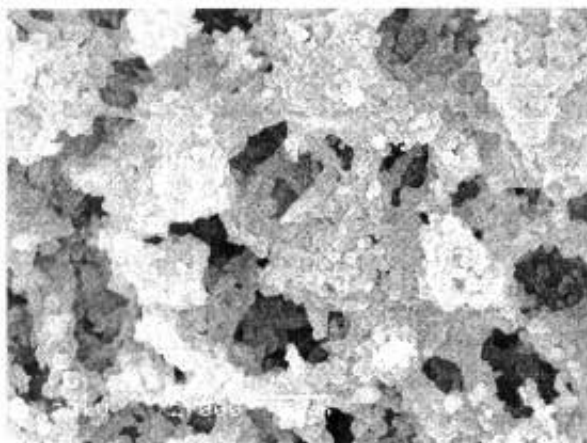


Рис. 6. Выделения самородной серы в Чокракском сероводородном источнике. Фотографии, приведенные на рис. 6-8 и 10-13 производилась на приборе JSM-606-LA (аналитик Д.П.Деменко).

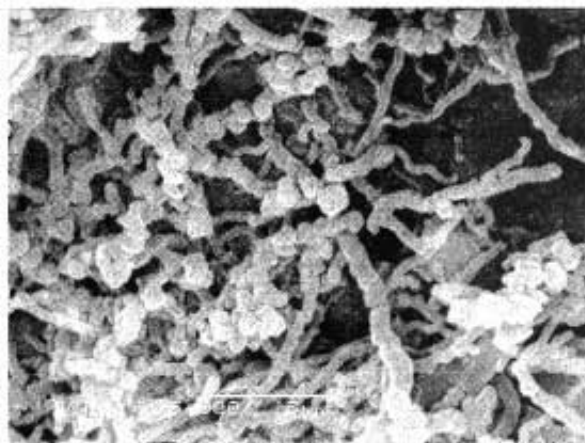


Рис. 7. Выделения самородной серы в Репьевском сероводородном источнике (отчетливо видны серобактерии *Beggiatoa mirabilis*).

Некоторые факты позволяют предположить существование на Керченском полуострове генетической взаимосвязи серной минерализации и грязевого вулканизма. Почти все вкрапления серы в известняках (рис. 8) приурочены к грязевулканическим структурам – вдавленным синклиналим [19].

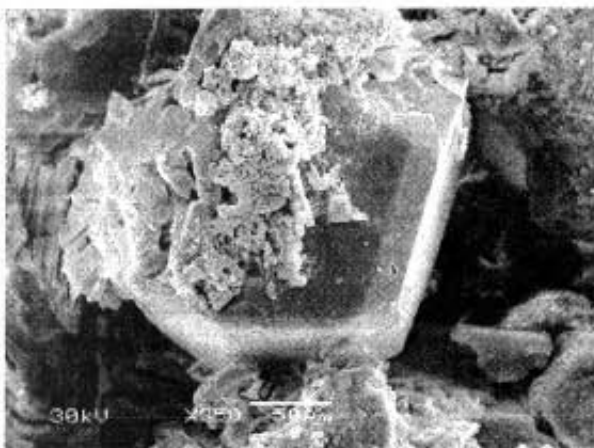


Рис. 8. Мелкокристаллическая сера в гипсокарбонатной брекчии Горностаевского проявления.

Изучались также выцветы и налеты полиминеральных источников грязевулканических структур.

Состав сопочных вод чрезвычайно разнообразен и изменчив. По соотношению катионов и анионов выделяются шесть типов: хлоридно-

но-гидрокарбонатно-натриевые, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-карбонатно-натриевые, реже сульфатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые и хлоридно-натриевые [20]. В воде также содержатся йод, бром и бор, а также литий, рубидий, цезий, фосфор, фтор, из растворенных газов – H_2S и CO_2 . Воды отличаются относительно низкой минерализацией — от 3,84 г/л (грязевой вулкан Борух-Оба) до 23,36 г/л (Булганакский вулкан).

Керченский полуостров относится к зоне с низким геотермическим коэффициентом, особенно в летний период. Излившиеся на поверхность воды источников при интенсивном испарении пересыщены, что благоприятствует осаждению сезонных минералов на поверхности почвы. Большинство из них легко растворимы в воде и при увеличении атмосферных осадков исчезают, а впоследствии появляются вновь [17].

Диапазон минералообразования в источниках и водоемах Крыма огромен – от залежей галита, гипса, боратов, возникших в неглубоких водоемах, и до мельчайших кристалликов и зернистых агрегатов на растениях и неровностях почвы вблизи источников [4].

В составе минералов, слагающих выцветы и налеты у источников сопочных вод, отмечены бораты (боронатрокальцит (улексит), бура), сера аморфная [10]. П.П.Авдусин перечисляет новообразования в пределах грязевулканических очагов – карбонаты кальция, доломит, сидерит, сера, пирит, марказит, гидротроилит, гипс, ангидрит, барит, целестин, ярозит, квасцы аммиачные, селитра, галит, атакамит, халькопирит, арагонит, антраколит, термонатрит, эпсомит и др. [1].

В работах [19, 20] этот список существенно дополнен. В частности, кроме буры и боронатрокальцита упоминаются тинкалконит, пробертит, пинноит, ашарит, кернит, люнебургит. Из сульфатов, кроме названных – леконтит, астраханит, гексагидрит, алуниит, галотрохит.

В последние годы, в связи с появлением новой, более совершенной аналитической техники, удалось диагностировать многие новые, ранее не зафиксированные минералы.

Во всех исследованных нами газоподводящих источниках Керченского полуострова определен минеральный состав новообразований. Отбор проб произведен из источников на склоне балки в 1 км к ЮЮВ от травертино-

Рис. 9. Выцветы солей минерального источника горы Кончек.



вого грифона (проба № К-5-05); неподалеку, на склоне сопки грязевого вулкана Б.Тархан – проба № К-6-05; две пробы у горы Кончек, расположенной на юге полуострова на восточном берегу оз. Узунлар: № К-17-05 – на восточном склоне горы в седловине и проба № К-18-05 – на северном склоне (рис. 9). Выделить различные минералы по внешнему виду невозможно – выделения очень мелкие, однообразной светло-серой и белой окраски, загрязнены глинистым и др. терригенным веществом.

Анализ минеральных смесей приведен в табл. 4.

Сидерит FeCO_3 , обнаруженный в пробах К-5-05 и К-17-05, содержится в малом количестве и является механической примесью. Остальные минералы относятся к сезонным.

Астраханит (блоедит) по И.Костову [9] – минерал моноклинной сингонии, призматического вида, образует короткопризматические кристаллы и зернистые агрегаты. Распространен в соляных отложениях морского и озерного происхождения. Встречается вместе с галитом, каинитом, карналлитом, полигалитом. По А.С.Уклонскому [18] – “водные бассейны (лагуны и т.п.), насыщенные различными солями, являются сложными физико-химическими системами с подвижным равновесием, зависящим от состава и концентрации солей, климатических (и сезонных) условий; при колебаниях этого комплекса условий, из растворов выпадают в закономерном порядке те или иные соли”.

Астраханит определен в составе солей всех четырех опробованных источников (рис. 10).

Эпсомит образует кристаллы ромбо-тетраэдрического или игольчатого облика. Образуется при усыхании рапы в богатых магниезией сульфатных соляных озерах, как один из первых по времени садки. По мере сгущения рапы семиводный сульфат магния становится неустойчивым, уступая место шестиводному гексагидриту [6] (рис. 11).

Гексагидрит образует длинные копьевидные или игольчатые кристаллы, часто агрегаты тонких волосовидных пушистых сростков на поверхности ложа источников [13] (рис. 12). Гексагидрит был обнаружен

Таблица 4

Результаты рентгеноструктурного анализа минеральных смесей (новообразований) из газоводных полиминеральных источников

Образец	Минерал, формула		Интенсивность линий и межплоскостные расстояния
К-5-05	Астраханит (блоедит), $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	эталон	4.52(100), 4.24(35), 3.76(23), 3.30(21), 3.25(87), 3.22(65), 2.71(23), 2.62(26)
		анализ	4.52(100), 4.24(23), 3.77(20), 3.30(19), 3.26(85), 3.23(70), 2.72(28), 2.63(25)
К-6-05	Гипс, $\text{Ca}(\text{SO}_4) \times 2 \text{H}_2\text{O}$	эталон	7.59(78), 4.27(100), 3.79(12), 2.87(45), 2.68(32), 2.50(9), 2.21(9), 2.08(12)
		анализ	7.51(80), 4.26(100), 3.77(20), 2.87(40), 2.67(30), 2.67(30), 2.21(9), 2.08(10)
К-17-05	Астраханит (блоедит), $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	эталон	4.52(100), 4.24(35), 3.76(23), 3.30(21), 3.25(87), 3.22(65), 2.71(23), 2.62(26)
		анализ	4.52(100), 4.24(30), 3.77(20), 3.30(20), 3.26(85), 3.22(65), 2.72(25)
	Гипс, $\text{Ca}(\text{SO}_4) \times 2 \text{H}_2\text{O}$	эталон	7.59(78), 4.27(100), 3.79(12), 2.87(45), 2.68(32), 2.50(9), 2.21(9), 2.08(12)
		анализ	7.5(75), 4.27(100)
	Эпсомит, $\text{Mg}(\text{SO}_4) \times 7\text{H}_2\text{O}$	эталон	4.22(98), 4.20(100), 2.97(12), 2.67(21), 2.66(29), 2.20(11), 2.10(9)
		анализ	4.24(100), 4.19(100), 2.95(20), 2.66(25)
	Гексагидрит, $\text{Mg}(\text{SO}_4) \times 6\text{H}_2\text{O}$	эталон	5.45(50), 5.10(45), 4.39(100), 4.16(35), 4.04(45), 3.19(16), 2.94(30), 2.77(12)
		анализ	5.40(50), 5.07(48), 4.38(100), 4.16(40), 4.01(48), 3.19(15), 2.95(40), 2.77(10)
К-18-05	Астраханит (блоедит), $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	эталон	4.52(100), 4.24(35), 3.76(23), 3.30(21), 3.25(87), 3.22(65), 2.71(23), 2.62(26)
		анализ	4.52(100), 4.24(39), 3.77(25), 3.30(20), 3.26(90), 3.22(65), 2.71(29), 2.63(27)
	Эпсомит, $\text{Mg}(\text{SO}_4) \times 7\text{H}_2\text{O}$	эталон	4.22(98), 4.20(100), 2.97(12), 2.67(21), 2.66(29), 2.20(11), 2.10(9)
		анализ	4.23(80), 2.96(20), 2.66(25), 2.20(8), 2.10(5)

Примечание: 1. Эталоны ASTM, PCPDFWIN 2.0, 1998, 2. Анализы выполнены в лаборатории кристаллохимии и структурного анализа ИГМР НАН Украины на дифрактометре ДРОН-2 (Cu_{ka} -излучения). Запись в обзорном масштабе производилась со скоростью $2^\circ/\text{мин}$, сканирование участков спектра – со скоростью $1^\circ/\text{мин}$ и $0,5^\circ/\text{мин}$. Аналитик В.С.Мельников.

Ю.В.Соболевским [16] в отложениях медленно сочащегося источника на горе Ак-Тубе (Садовая). Внешне он выглядит как скопление снегоподобных и волосовидных агрегатов.

Галотрихит, по Е.К.Лазаренко [11], образует волокнистые агрегаты с шелковистым блеском. Волокнистые сростки имеют спутанноволокнистый облик. Часто кристаллы этого минерала при росте изгибаются под собственной тяжестью (рис. 13). Радиальные волокнистые, игольчатые агрегаты галотрихита обнаружены в 1968-1969 гг. в майкопских отложениях в керне скважин у Парпачского гребня (село Марфовка) и близ Горностаевки [16].

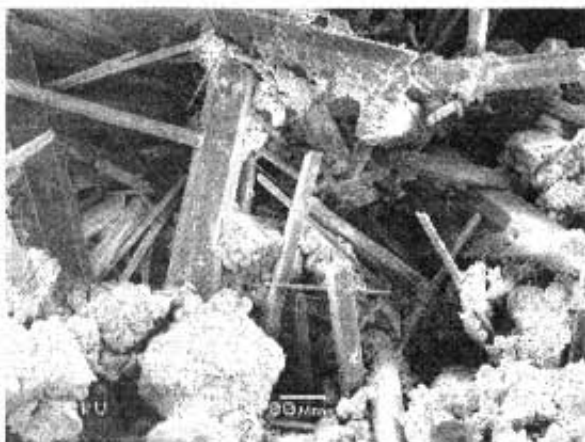


Рис. 10. Астраханит из выделений газоводного источника (Большой Тархан).

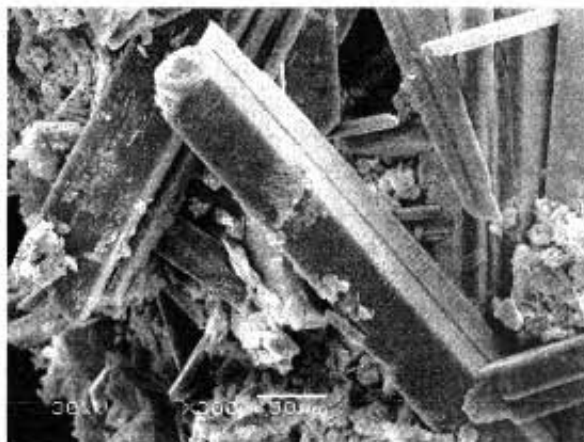


Рис. 11. Эпсомит из выделений газоводного источника (восточный склон горы Кончек).

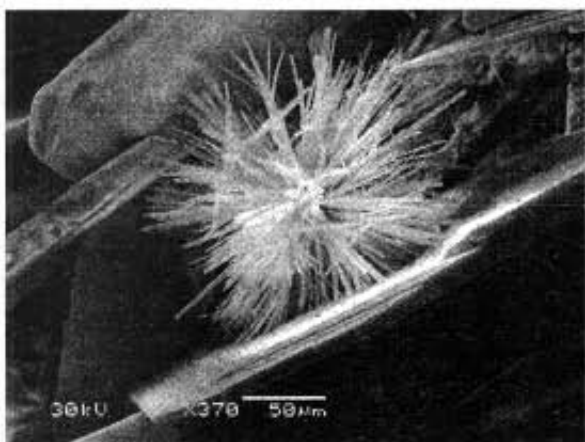


Рис. 12. Гексагидрит и пластинчатый гипс из выделений газоводного источника (гора Кончек).



Рис. 13. Галотрихит (?) из выделений газоводного источника (восточный склон горы Кончек).

Таким образом, в 2004-2006 гг. нами установлено большое разнообразие новообразований газоводных источников и сопочных вод Керченского полуострова.

Травертины, их состав, распространение и генезис фактически остались вне сферы интересов исследователей. Между тем, изучение травертинов на суше важно для познания состава и происхождения карбонатных сооружений, подобных найденным в акватории Черного моря в последнее время (1995-2006 гг.).

Кроме того, травертины Керченского полуострова связаны с грязе-вулканической деятельностью, и изучение их состава может позволить оценить развитие грязевых вулканов моря в спокойные фазы действия.

В большей своей части развитые на суше травертины приурочены к грязевым вулканам и, как правило, локализованы близ сопровождающих их газоводных источников. Оказывается, что в предыдущих морских исследованиях нами были недооценены, а кое-где пропущены новообразования карбонатов – травертины. Они, по-видимому, также приурочены не к грязевым вулканам, а к газоводным выделениям. Можно предположить, что на дне моря существуют условия, при которых образуются травертины, – выделение углекислых вод и газов.

Что касается газоводных источников Керченского полуострова, продуцирующих так называемые “сезонные минералы”, то применение новой аппаратуры для их исследования открывает перспективы обнаружения в будущем многих новых минеральных видов, до настоящего времени не известных в регионе.

1. *Авдусин П.П.* К петрографии продуктов извержения грязевых вулканов Керченско-Таманской геологической провинции. В кн.: Результаты исследования грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1939. – С. 57-66.

2. *Альбов С.В.* Об углекислых и сопочных водах северо-восточной части Керченского полуострова // ДАН СССР, 1967. – Т. 173. – № 5. – С. 1166-1169.

3. *Альбов С.В.* О Керченско-Таманской гидрохимической и грязевулканической области // ДАН СССР, 1971. – Т. 197. – № 1. – С. 175-177.

4. *Антипов* Краткий геогностический обзор Чокракского озера и последствия разысканий серы // Горный журн., 1849. – Т. 1. – С. 386-390.

5. *Белюсов В.В., Яроцкий Л.А.* Грязевые сопки Керченско-Таманской области, условия их возникновения и деятельности. – М.: ОНТИ НКГП СССР, 1936. – 154 с.

6. *Бетехтин А.Г.* Минералогия. – М.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. – 956 с.

7. Геологический словарь. – Т. 2. – М.: “Недра”, 1973. – С. 329.

8. Горная энциклопедия. – Т. 5. – М.: Изд-во СЭ, 1991. – С. 178.

9. *Костов И.* Минералогия. – М.: Мир, 1971. – 584 с.

10. *Лазаренко С.К.* Курс мінералогії. – Ч.1. Опис мінералів. – К.: Вид-во Львівського ун-та, 1958. – 286 с.

11. *Лазаренко Е.К., Лазаренко Э.Л., Барышников Э.К.* Минералогия Закарпатья. – Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1963. – 422 с.

12. *Лычагин Г.А.* Отчет о комплексной геологической съемке Керченского полуострова. Крымская Геологическое Отделение Министерства Геологии. – 1947-1949 гг. – 280 с.

13. *Попов С.П.* Минеральные источники Крыма. – Тр. Кр. и.и. Инст., Т. III. вып. 1. – 1930.

14. *Попов С.П.* Минералогия Крыма. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – 352 с.

15. *Русин Г.И.* О крымских минеральных источниках. – Экономика и культура Крыма. – 1933, № 1-2. – С. 176-188.

16. *Соболевський Ю.В.* Мінералізація самородної сірки вкрапленого типу у неогенових відкладах Керченського півострова // Доп АН УРСР. – Сер. Б., 1970. – № 7. – С. 585-587

17. *Сребродольский Б.И.* Тайны сезонных минералов. – М.: Наука, 1989. – 144 с.

18. *Уклонский А.С.* Минералогия. – М.-Л.: Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной лит-ры, 1940. – 444 с.

19. *Шнюков Е.Ф., Науменко П.И., Лебедев Ю.С. и др.* Грязевой вулканизм и рудообразование. – К.: “Наук. думка”, 1971. – 332 с.

20. *Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др.* Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. – Краснодар, 2005. – 176 с.

Приведено дані вивчення мінералогії відкладів газоводних джерел (вуглекислих, сірководневих, полімінеральних) Керченського півострова. Застосування сучасної апаратури суттєво розширило перспективи знахідок нових для регіону мінеральних видів.

The data on study of mineralogy of deposits of the gas-water springs (carbonic acid, sulphur, polymineral) of the Kerch peninsula are given. Application of modern apparatus extends essentially the prospects for new mineral species to be revealed in this region.