

О строении и составе толщи илов Сакского озера (Крым)

Ю.В.ПОПОВ (Южный федеральный университет; 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42), О.А.ГУЛОВ, В.И.ВАСЕНКО (Сакская гидрогеологическая режимно-эксплуатационная станция; 296500, Республика Крым, г. Саки, ул. Курортная, 4)

Приведены данные о строении и составе толщи сульфидных илов Сакского озера. Установлено соответствие илов нижних неэксплуатируемых горизонтов всем кондициям, установленным для лечебных грязей Сакского месторождения. При этом содержания большинства микроэлементов, в том числе обладающих высокой биологической активностью селена и молибдена, повышаются в нижнем уровне толщи, что позволяет предполагать более высокий терапевтический потенциал глубоких горизонтов грязевой залежи.

Ключевые слова: пелоиды, лечебные грязи, Сакское озеро, селен.

Попов Юрий Витальевич, popov@sfedu.ru

Гулов Олег Ахтамович

Васенко Валерий Иванович

On the structure and composition of the silt strata of Lake Saki (Crimea)

Yu.V.POPOV, O.A.GULOV, V.I.VASENKO

The data about the structure and composition of sulfide silt strata of Lake Saki are presented. The compliance of lower unexploited horizons silt with all condition set for therapeutic mud of Saki deposit is established. In this case, content of most trace elements (including those with high biological activity selenium and molybdenum) increase in the lower layer strata, suggesting a high therapeutic potential of deep horizons of mud deposit.

Key words: peloids, therapeutic mud, Lake Saki, selenium.

Изучение сульфидных илов лиманов и озер Западного побережья Крыма и Керченского полуострова представляет интерес как с практической точки зрения — приращения запасов кондиционных лечебных грязей (пелоидов) и получения информации о специфике их состава, так и в плане уточнения представлений о природных условиях и закономерностях их формирования.

Одним из интересных и наиболее изученных в этом отношении объектов служат илы высокоминерализованного Сакского озера, расположенного в Крыму в пределах города-курорта Саки на побережье Каламитского залива. Озеро возникло путем отделения песчано-галечной пересыпью небольшого лимана от акватории Черного моря; отделение произошло, судя по палеолимнологическим исследованиям, в интервале от 5,2 до 5,6 тыс. лет назад [8]. Сезонный режим питания паводковыми водами, интенсивное испарение в жаркие периоды, биохимические реакции в водной среде обусловили ряд специфических особенностей при формировании донных осадков в этом водоеме. Несмотря на более чем двухсотлетнюю историю изучения, в геохимическом отношении указанные отложения недостаточно охарактеризованы. В большей мере объектом исследований являлись донные осадки из верхней части толщи, которые традиционно использовались в бальнеологических целях. Донные отложения грязевой залежи в интервале от 1,5 до 3,5 м от поверхности были

изучены относительно слабо. Причиной послужила ошибочная интерпретация имевшихся на то время данных об особенностях строения толщи и изменении с глубиной физико-химических характеристик донных отложений. При проведении детальных геологоразведочных работ и утверждении запасов лечебных высокоминерализованных сульфидных грязей Сакского месторождения была принята их мощность (априори) в Восточном водоеме — 0,58, 0,65 и 0,97 м, а в Западном — 0,99 м (Протокол ГКЗ Украины № 629 от 07.11.2001 г.).

Сакское соленое озеро со второй половины XIX в. не является единым природным образованием из-за различного рода хозяйственной деятельности (организация грязелечения, солепромыслов и химического производства). В настоящее время озеро разделено дамбами на семь водоемов. Два из них (Восточный и Западный) — соленые, лечебные, а пять выполняют защитную роль от паводковых и сточных вод (рис. 1). Гидротехнические сооружения (в виде двух насосных станций, морского и Михайловского каналов) позволяют регулировать водный и солевой режим в лечебных водоемах, что обеспечивает их защиту от высыхания и распреснения, а также поддерживать гидрологические, гидрохимические и биологические параметры, которые близки к природным характеристикам галинных озер прибрежно-морского типа.

Системное изучение Сакского озера и соленых озер

Крыма в целом проведено в 1930–1960 гг. по инициативе академиков Н.С.Курнакова и П.И.Преображенского. А.И.Дзенс-Литовским была создана методика и разработаны основы геологического и гидрогеологического изучения соленых озер, подсчитаны в них запасы гидроминеральных ресурсов (лечебных грязей, рапы, пластовых залежей соли). По результатам полевых работ в 1930–1931 гг. впервые были построены геологические разрезы и дана характеристика донных отложений в Сакском озере. В последующие годы существенный вклад в изучение озера внесен специалистами Сакской гидрогеологической режимно-эксплуатационной станции, созданной на базе открытой в Саках в 1926 г. контрольно-наблюдательной станции.

Авторами статьи, участвовавшими в разного рода работах по изучению Сакского озера в 2010–2013 гг., получены новые данные о геологическом строении и, с применением прецизионных методов исследований, минеральном и химическом составе осадков.

Методика исследований. Исходными фактическими материалами послужили работы, выполненные сотрудниками Сакской гидрогеологической режимно-эксплуатационной станции в 2010 г. по рекогносцировочному картированию грязевой залежи в Восточном лечебном водоеме Сакского озера. Работы включали опробование в 521 пунктах с помощью специального пробоотборника, который обеспечивал извлечение донных отложений в заданном интервале грязевой залежи. Дополнительные данные по изучению донных отложений были получены при проведении работ летом 2013 г. с участием специалистов Южного федерального университета.

Комплекс лабораторно-аналитических исследований включал проведение полных анализов состава пелоидов на базе химико-аналитической лаборатории Сакской гидрогеологической станции в соответствии с методическими рекомендациями [1] и изучение минерального и элементного составов. Минеральный состав изучался с применением растрового электронного микроскопа VEGA II LMU с системой рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 450/XT, рентгенофазовый анализ с применением дифрактометра общего назначения ДРОН-7, синхронный термический анализ в воздушной и гелиевой атмосфере — на установке STA 449 C Jupiter (комплекс исследований выполнен на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием «ЦИМС» ЮФУ, г. Ростов-на-Дону). Элементный состав определялся методами ICP-MS на масс-спектрометрах ELAN-DRC-6100 и ELEMENT-2, содержание ртути определено методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара (на базе лабораторий ФГУП «ВСЕГЕИ», г. Санкт-Петербург). Удельная активность радионуклидов измерена инструментальным гамма-спектрометрическим методом радионуклидного анализа с использованием спектрометра гамма-излучения «Прогресс-гамма» (в отдельной лаборатории ядерной физики и радиационной экологии НИИ Физики ЮФУ, г. Ростов-на-Дону).

Геологическое строение и состав иловой толщи. Полученные при картировании в 2010 г. результаты в целом подтвердили данные ранних исследований (Н.С.Курнаков, А.И.Дзенс-Литовский и др.) о строении грязевой залежи (рис. 2). Разрез эксплуатируемой

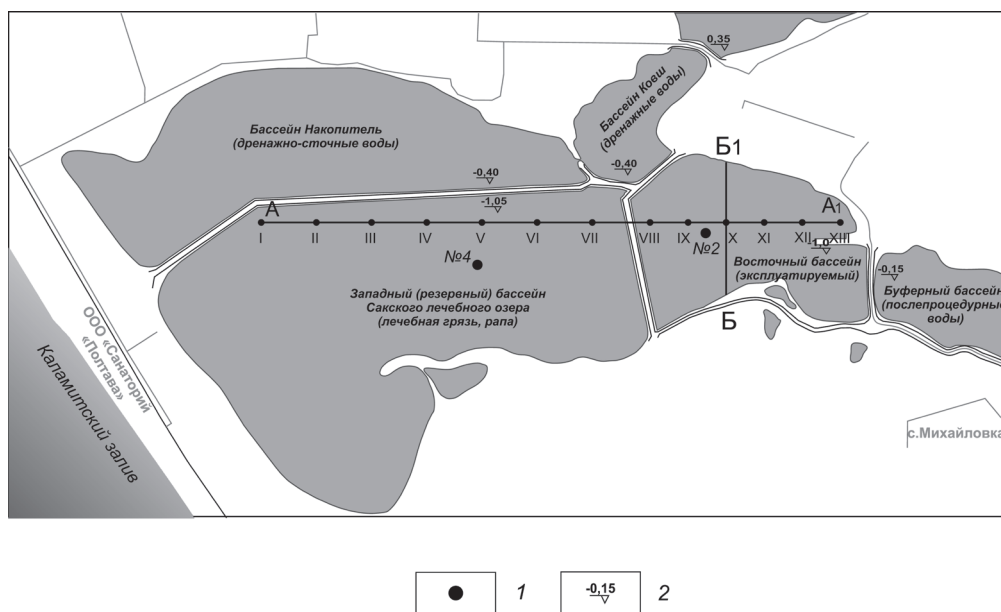


Рис. 1. Схема водоемов Сакского озера, положение основных пунктов опробования:

1 — мониторинговые точки; 2 — отметки уровня воды; линии геологического профиля опробования донных отложений в: А-А₁ — 1931 и Б-Б₁ — 2010 гг.

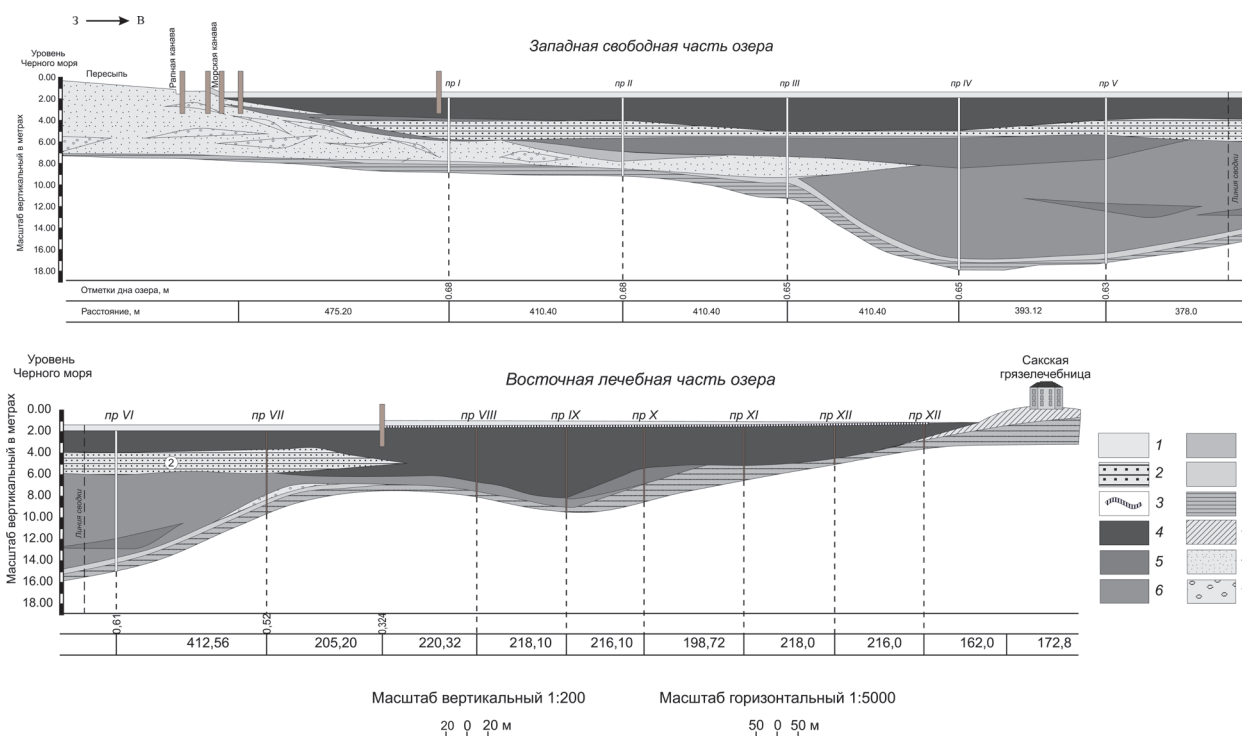


Рис. 2. Строение и состав донных отложений Сакского озера, по материалам А.И.Дзенс-Литовского, 1931:

1 — рапа; 2 — соль; 3 — гипсовая корка; ил: 4 — черный, 5 — темно-серый, 6 — стально-серый, 7 — желтоватый; глина: 8 — серовато-зеленая и 9 — красно-бурая; 10 — суглинок; 11 — песок с галькой; 12 — гравий

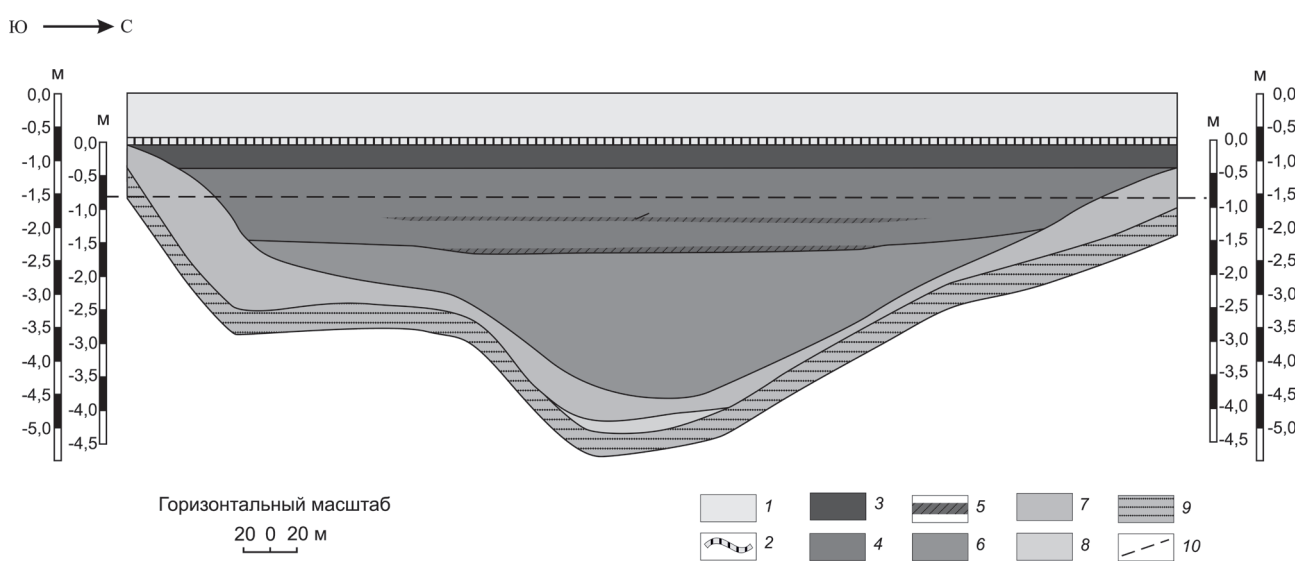


Рис. 3. Фрагмент разреза центральной части Восточного лечебного водоема Сакского озера, по материалам работ ДП «Сакская ГПЭС», 2010:

1 — слой озерной рапы; 2 — верхняя гипсовая корка; 3 — близповерхностные черные илы грязевой залежи; 4 — полосчатые темно-серые и светло-серые илы; 5 — уплотненный «реперный» слой темных илов с повышенным содержанием мелкокристаллического гипса; 6 — тонко-полосчатые, контрастно-слоистые, пластичные «реликтовые» илы глубоких горизонтов грязевой залежи; 7 — светло-серые илы с повышенным содержанием песчаной и глинистой фракции; 8 — морские песчано-глинистые отложения с большим содержанием органических остатков и раковин моллюсков; 9 — коренные породы палеоречной долины; 10 — граница подсчета утвержденных запасов лечебных грязей

иловой толщи Восточного озера представлен сверху вниз следующими основными горизонтами: гипсовая «корка» с водорослевым «войлоком» мощностью до 0,15 м; горизонт черных и темно-серых илов (эксплуатируемый горизонт лечебных грязей) на глубинах от 0,1 до 1,1 м; горизонт плотных темно-серых илов, обогащенных мелкокристаллическим гипсом мощностью 0,2–0,4 м (содержание гипса составляет до 50% и более, иногда он образует прослойки мощностью от 1 до 7 см); илы контрастно-полосчатые, тонкослоистые, мощностью до 2,8 м (в пределах участка эксплуатации), залегающие на подстилающих

терригенно-глинистых породах с остатками лагунной и морской фауны (рис. 3). Горизонт гипсоносных илов, по простиранию переходящий в Западной котловине в слой соли, разделяет по вертикали грязевую залежь на два литологических яруса: верхний, илы которого составляют эксплуатируемую толщу, и нижний — потенциально продуктивный. Илы нижнего литологического яруса выполняют фрагмент палеоречной долины, в профиле которой по левому борту хорошо выражена древняя терраса, а по правому — пологий склон. По простиранию залежь имеет выдержанную мощность вдоль протяженности

1. Физико-химическая характеристика грязи в Восточном бассейне

Состав и свойства грязи			Состав грязевого раствора (отжима)			
	% на сырую грязь	% на сухое вещество		г/дм ³	мг-экв	мг-экв %
А. Жидкая фаза			Катионы			
1. Вода	39,69		Аммоний NH ₄ ⁺	0,02	1,11	0,04
2. Растворенные соли	6,89	11,42	Калий K ⁺	1,8	46,04	1,54
Сумма жидкой фазы	46,58	11,42	Натрий Na ⁺	52,27	2272,64	75,85
Б. Твердая фаза			Магний Mg²⁺			
а. Кристаллический скелет, в том числе:	26,44	43,84	Кальций Ca ²⁺	0,98	48,9	1,63
Фосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,07	0,12	Железо закисное Fe ²⁺	0,0002	—	—
Гипс CaSO ₄ ×2H ₂ O	17,79	29,50	Железо окисное Fe ³⁺	0,00004	—	—
Карбонат кальция CaCO ₃	6,45	10,69	Сумма катионов	62,70	2996,16	100,00
Карбонат магния MgCO ₃	2,13	3,53	Анионы			
Глинистый остов:	19,46	32,27	Хлорид Cl ⁻	93,88	2647,94	88,38
Силикатные частицы (>0,25 мм)	0,003	0,005	Бромид Br ⁻	0,37	4,63	0,15
Силикатные частицы (0,25–0,10 мм)	0,57	0,94	Иодид I ⁻	0,002	0,02	—
Силикатные частицы (0,10–0,01 мм)	11,33	18,79	Сульфат SO ₄ ²⁻	16,13	335,83	11,21
Силикатные частицы (0,01–0,001 мм)	7,56	12,54	Гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	0,47	7,70	0,26
б. Гидрофильный коллоидный комплекс, в том числе:			Карбонат CO ₃ ²⁻	—	—	—
Силикатные частицы (<0,001мм)	2,7	4,48	Нитрит NO ₂ ⁻	0,00045	0,01	—
Сульфиды железа FeS	0,62	1,03	Нитрат NO ₃ ⁻	0,002	0,03	—
в том числе H ₂ S	0,24	0,4	Сумма анионов	110,85	2996,16	100,0
Объемный вес, г/см³	1,612		Общая минерализация, г/дм ³		173,55	
Соппротивление сдвигу, дн/см²	2820		рН раствора		7,65	
рН грязи	7,47		Борная кислота H ₃ BO ₃ , мг/дм ³		228,8	
Eh, mV	–270,0		Окисляемость, мг O ₂ /дм ³		76,67	
Содержание подвижных Fe³⁺/Fe²⁺, мг/100 г сухого вещества	149,0/763,0		Сухой остаток, г/дм ³		173,5	
Теплоемкость грязи, кал/г град	0,52		Формула химического состава (формула Курлова)		$M173,5 \frac{Cl88}{Na76Mg21} pH7,45$	

Примечание. 15.08.2012 г., мониторинговая точка №2, интервал опробования 0–60 см.

2. Физико-химическая характеристика грязи в Западном бассейне

Состав и свойства грязи			Состав грязевого раствора (отжима)			
	% на сырую грязь	% на сухое вещество		г/дм ³	мг-экв	мг-экв %
А. Жидкая фаза			Катионы			
1. Вода	6,81	11,89	Аммоний NH ₄ ⁺	0,02	1,11	0,04
2. Растворенные соли	49,55	11,89	Калий K ⁺	1,5	38,36	1,39
Сумма жидкой фазы			Натрий Na ⁺	47,09	2047,4	74,23
Б. Твердая фаза			Магний Mg ²⁺			
а. Кристаллический скелет, в том числе:	17,28	30,18	Кальций Ca ²⁺	0,88	43,91	1,59
Фосфат кальция Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,08	0,14	Железо закисное Fe ²⁺	0,00008	—	—
Гипс CaSO ₄ ×2H ₂ O	5,85	10,22	Железо окисное Fe ³⁺	0,00002	—	—
Карбонат кальция CaCO ₃	8,64	15,09	Сумма катионов	57,12	2758,25	100,00
Карбонат магния MgCO ₃	2,71	4,73	Анионы			
Глинистый остов:	23,01	40,18	Хлорид Cl ⁻	85,63	2415,24	87,57
Силикатные частицы (>0,25 мм)	0,01	0,02	Бромид Br ⁻	0,34	4,26	0,15
Силикатные частицы (0,25–0,10 мм)	0,07	0,12	Иодид I ⁻	0,0014	0,01	0,0
Силикатные частицы (0,10–0,01 мм)	12,07	21,08	Сульфат SO ₄ ²⁻	16,03	333,75	12,1
Силикатные частицы (0,01–0,001 мм)	10,86	18,96	Гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	0,18	2,95	0,11
б. Гидрофильный коллоидный комплекс, в том числе:			Карбонат CO ₃ ²⁻	0,06	2,0	0,07
Силикатные частицы <0,001мм	4,34	7,58	Нитрит NO ₂ ⁻	0,0007	0,02	0,0
Сульфиды железа FeS	0,44	0,68	Нитрат NO ₃ ⁻	0,0013	0,02	0,0
в том числе H ₂ S	0,15	0,26	Сумма анионов	102,24	2758,25	100,0
Объемный вес, г/см³	1,577		Общая минерализация, г/дм ³		159,4	
Сопrotивление сдвигу, дн/см²	3495		рН раствора		7,8	
рН грязи	7,4		Борная кислота H ₃ BO ₃ , мг/дм ³		228,8	
Еh, mV	-273,0		Окисляемость, мг O ₂ /дм ³		99,3	
Содержание подвижных Fe³⁺/Fe²⁺, мг/100 г сухого вещества	297,0/541,0		Сухой остаток, г/дм ³		162,2	
Теплоемкость грязи, кал/г град	0,54		Формула химического состава (формула Курлова)		$M159,4 \frac{C188}{Na74Mg23} pH7,71$	

Примечание. 21.08.2012 г., мониторинговая точка № 4, интервал опробования 0–60 см.

3. Формулы состава рапы и иловых вод Сакского озера

Бассейн озера	Формула состава рапы	Формула иловых вод
Западный	$M232 \frac{C186(SO_4)_n}{(Na+K)78Mg21Ca1} pH8,00$	$M159 \frac{C189(SO_4)_n}{(Na+K)76Mg23Ca1} pH7,8$
Восточный	$M134 \frac{C189(SO_4)_n}{(Na+K)77Mg21Ca2} pH7,65$	$M174 \frac{C188(SO_4)_n}{(Na+K)77Mg21Ca2} pH7,56$

древнего русла. С учетом опубликованных данных обследования донных отложений в 1930-е годы [5] их мощность постепенно увеличивается к морской пере-сыпи (в отдельных участках до 14–15 м).

Покрывающая иловую толщу гипсовая корка начала формироваться с 1894 г., когда была возведена дамба.

В настоящее время она залегает в виде сплошного панциря, на поверхности имеющего округлые в плане вздутия и понижения мощностью до 15–20 см, возникшие за счет образующихся при кристаллизации гипса напряжений и воздействия выделяющихся из подстилающих илов газов. Представлена копьевидны-

4. Нормативные показатели для лечебных глубоких горизонтов грязей Сакского озера

Показатель	Размерность	Кондиции*	Нормы**	Пелоиды из различных горизонтов залежи в лечебных водоемах Сакского озера		
				Западный	Восточный	
					-0,0 ... -1,0 м	-0,1 ...-1,0 м
<i>Физико-химические</i>						
Массовая доля влаги	%	30–60	25–75	40–45	35–40	30–40
Засоренность минеральными частицами >0,25 мм	% от естественного вещества (в сырье)	≤5%	≤5%	1,0–2,5	1,5–3,5	до 0,50
Засоренность минеральными частицами >5,0 мм				Отсутствуют		
Сопротивление сдвигу (для процедур)	Па	150–400	150–1200	400–600	400–500	500–700
Минерализация грязевого раствора	г/дм ³	110–170	—	150–170	160–180	250–300
Объемный вес	г/дм ³	1,3–1,9	—	1,60–1,75	1,65–1,75	1,7–1,8
FeS	%	0,2–1,1	—	0,4–0,7	0,4–0,5	0,7–0,8
H ₂ S	%	0,10–0,50	—	0,15–0,25	0,15–0,20	0,25–0,30
pH	единица pH	6,5–8,5	—	7,2–7,7	7,4–7,5	7,3–7,4
Eh	mV	-170...-350	—	-170...-350	-170...-200	-150...-170
<i>Санитарно-микробиологические</i>						
Общее микробное число	КОЕ/г***	<500 000	<500 000	3000–200 000	5000–300 000	5000–7000
Титр лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП)	КОЕ/10 г	>10	>10	>10	>10	>10
Титр клостридий	КОЕ/0,1 г	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1
Патогенные стафилококки	КОЕ/10 г	Отсутствуют				
Синегнойная палочка (Pseudomonas aeruginosa)	КОЕ/10 г	Отсутствуют				
Термостабильные кишечные палочки (фекальные колиформы)	КОЕ/10 г	Отсутствуют				
Энерококки	КОЕ/10 г	Отсутствуют				
Индекс бактерицидности пелоидов (ИБП)	%	1–100	1–100	1–100	1–100	1–100

Примечание. *Кондиции, установленные для эксплуатируемых лечебных грязей Восточного водоема Сакского месторождения в 2000 г.; **нормы к лечебным грязям, подготовленных к процедурам, утверждены Государственной комиссией по запасам для месторождений Украины в 2005 г.; ***колонию образующая единица.

ми кристаллами гипса размером 0,3–4 см, слабо сцепленных между собой и на поверхности связанными водорослями.

Минеральный состав илов, отобранных из горизонтов с глубин 0,4–0,6, 0,8–1,0 и 1,8–2,0 м в целом однотипный: глинистый остов, насыщенный обильными кристаллами гипса и, в меньшей степени, кристаллами кальцита, пирита, часто образующего микроконкреции (и других сульфидов железа, включая их гидрогели), зерен кварца алевролитовой размерности, Sr-содержащего барита. Иловая фракция образована агрегатами хлоритов (с переменным соотношением Fe-Mg) и иллитовых частиц. Минералогический состав глинистой фракции по результатам рентгенофазового анализа

диагностируется как преимущественно иллит-хлоритовый. По-видимому, в данном случае происходят процессы образования хлоритов за счет смектитов и гидрослюдов, типичные для восстановительных обстановок с щелочной средой и обогащенными магнием растворами [4].

В целом, пелоиды обоих бассейнов соответствуют высокоминерализованным, соленасыщенным, сильно- и средне-сильносульфидным, хлоридным, магниевым-натриевым иловым грязям. Физико-химическая характеристика илов приведена в таблицах 1 и 2. Анионно-катионный состав грязи на разных глубинах залежи Восточного бассейна не имеет значительных различий и отражает химический состав рапы (табл. 3).

5. Содержание микроэлементов (в ppm) в илах разных горизонтов Восточного бассейна Сакского озера

Проба	Li	Be	Ga	Sc	Cr	V	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	Se	Sr	Rb	Mo
C-2	35,6	1,27	11,4	7,94	52,2	57,9	9,8	26,4	13,2	45,7	1,08	1,38	509	58	1,24
C-6	37,8	1,28	12,8	9,03	59,3	65,9	12,4	30,2	14,3	53,6	1,34	1,52	802	59,8	1,91
Проба	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Pb	Bi	Y	Zr	Nb	Cs	La	Ce	Pr	Nd
C-2	0,049	<0,1	1,36	2,79	256	13,7	0,21	16,8	118	8,34	2,52	19,6	41,6	4,7	18,1
C-6	0,048	0,11	1,61	0,62	324	15	0,27	18,9	161	9,24	2,55	24	49,6	5,5	20,5
Проба	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Th	U	Au
C-2	3,58	0,73	3,47	0,52	2,93	0,65	1,73	1,73	0,25	3,63	0,61	1,09	7,31	3,71	0,014
C-6	3,96	0,83	4,27	0,6	3,26	0,72	1,97	1,96	0,27	4,33	0,81	1,26	8,45	4,18	0,002

Примечание. C-2 (глубина 0,6 м), C-6 (глубина 2,0 м).

Изученные в Восточном бассейне пелоиды нижнего структурного яруса (глубже 1,5–1,9 м от поверхности дна) по своим физико-химическим параметрам близки к вышележащим и полностью удовлетворяют всем условиям, установленным для лечебных грязей Сакского месторождения (близповерхностного залегания) и могут квалифицироваться как соленасыщенные, высокоминерализованные, сильносульфидные лечебные грязи (табл. 4).

Элементный состав илов двух горизонтов Восточного бассейна (глубины 0,8 и 2,0 м) определен методами ICP-MS. Результаты измерений приведены в табл. 5. Надкларковые содержания (приводимые в ppm) установлены для: Li ~35–38, Sr ~500–800, Mo до ~1,9, Sb до ~2,8, Pb до ~15, Hf до ~4,3, Bi до ~0,3. При этом илы верхних горизонтов относительно обогащены сурьмой, а нижние — литием, молибденом, стронцием, гафнием, свинцом, висмутом, редкими землями. Не обсуждая в рамках данной статьи факторы, определяющие геохимическую специфику иловых отложений, отметим лишь, что авторы настоящей публикации впервые установили прецизионными измерениями содержание селена, значимого для пелоидов в силу его терапевтического эффекта [7] и предполагавшегося в сакских отложениях [3]: в илах с глубины 0,6 м его содержание составляет 1,38 ppm, с глубины 2,0 м — 1,52 ppm (при содержании в осадочных породах 0,49 ppm, в глинистых — 0,73 ppm [2]). Содержание ртути в пробе илов с глубины 0,6–0,8 м составило 0,037 ppm, с глубины 1,8–2,0 м — 0,033 ppm. Значения удельной активности естественных радионуклидов, определенное с погрешностью ≤10%, в илах с глубины 1,8–2,0 м составляют (в Бк/кг): ²²⁶Ra 15,1, ²³²Th 23,3 и ⁴⁰K 316,0.

В заключение следует отметить, что результаты исследований Сакского озера указывают на соответствие пелоидов нижних горизонтов всем условиям, установленным для лечебных грязей Сакского месторождения. При этом содержания большинства микроэлементов повышаются в нижнем уровне грязевой толщи, что позволяет предполагать более высокую биологическую активность не используемых в настоящее время глубоких горизонтов грязевой залежи. Прецизионные исследования состава пелоидов указывают на обнаружение в их составе ранее неподтвержденных высоких содержаний селена и молибдена, обладающих высокой биологической активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахман В.И., Овсянникова К.А., Владковская А.Д. Методика анализа лечебных грязей (пелоидов). — М., 1963.
2. Григорьев Н.А. Распределение селена в верхней части континентальной коры // Труды Института геологии и геохимии им. академика А.Н.Заварицкого. 2012. № 159.

- С. 85–89.
3. *Гулов О.А., Васенко В.И., Маркович О.В.* Пелоиды разных генетических типов в Крыму // *Материалы научно-практической конференции «Грязелечение. Прошлое и настоящее», посвященной 180-летию курорта «Кюяльник» 17–18 октября 2013 г.* — Одесса, 2013. С. 13–15.
 4. *Дриц В.А., Косовская А.Г.* Глинистые минералы: слюды, хлориты. — М.: Наука, 1983.
 5. *Курнаков Н.С., Кузнецов В.Г., Дзенс-Литовский А.И., Равич М.И.* Соляные озера Крыма. — М.— Л.: Изд-во АН СССР, 1936.
 6. *Лечебные грязи СССР: пояснительная записка к карте лечебных грязей СССР масштаба 1:8 000 000 / Центр. науч.-исслед. ин-т курортологии и физиотерапии // Под ред. В.В.Иванова, Л.С.Михеевой.* — М., 1977.
 7. *Решетник Л.А., Парфенова Е.О.* Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека // *Микроэлементы в медицине.* 2001. Т. 2. № 2. С. 2–8.
 8. *Шостакович В.Б.* Иловые отложения Сакского озера как летопись климата // *Саки-Курорт. Вып. 1.* — Симферополь, 1935. С. 255–272.