

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина
Коми научного центра
Уральского отделения
Российской академии наук

СТРУКТУРА, ВЕЩЕСТВО, ИСТОРИЯ ЛИТОСФЕРЫ ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКОГО СЕГМЕНТА

Материалы 26-й научной конференции
Института геологии Коми НЦ УрО РАН

28–30 ноября 2017 г.

Сыктывкар



2017

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПЕЛОИДОВ САКСКОГО ОЗЕРА (КРЫМ)

С. Г. Гордиенко

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

gordienko_sofiya@mail.ru

Сакское месторождение лечебных грязей (пелоидов) является главной гидроминеральной лечебно-сырьевой базой курортно-оздоровительных учреждений Крыма. Их формирование происходит в озерной котловине, сформированной около 5.6–5.2 тыс. лет назад за счет отделения песчано-галечной пересыпью небольшого лимана от Каламитского залива Черного моря [13], и в настоящее время представляет собой систему бассейнов с регулируемым водоснабжением. В бальнеологических целях пелоиды используются с конца XIX века (в это время на озере были оборудованы соляные промыслы и грязелечебница); в настоящее время эксплуатируется верхняя часть толщи, имеющей стратифицированное строение [9].

Пелоиды относятся к высокоминерализованным, соленасыщенным, сильно- и средне-сильносульфидным, хлоридным, магниевонариевым иловым грязям, характеризуются присутствием широкого спектра микроэлементов, в том числе обладающих высокой биологической активностью селена и молибдена [9], биогенных компонентов — соединений углерода, азота, серы, железа и др. металлов (содержание органических веществ $3.92 \pm 0.59\%$) [3], присутствием витаминов (установлено 10 соединений, в т. ч. каротиноиды, аскорбиновую кислоту (С), тиамин (В1), токоферолы (Е), ретинол (А)) и аминокислот (19 наименований, в т. ч. валин, тирозин, серии, цистин и другие) [11, 7].

В соответствии с требованиями, предъявляемые к качеству лечебных грязей (пелоидов), контролируются их включают органолептические, физико-химические и санитарно-микробиологические показатели [5], минеральный состав при этом не изучается. В силу этого исследованию этого аспекта посвящены лишь единичные работы, основывающиеся на данных разных методов исследований [2–4, 6, 7] Вместе с тем, результаты оценки экологического состояния озера, изучения состава и динамики поступивших в него поллютантов, среди которых присутствуют тяжелые металлы [7, 2] определяет значимость получения сведений о минеральном составе — ряд минеральных фаз, в частности глинистых минералов, разных кристаллических модификаций карбонатов и соединений железа и др., обладают вы-

сокой сорбционной активностью и способностью связывать подвижные формы металлов.

Автором выполнен анализ опубликованных работ [2–4, 7, 10] и проведены исследования ряда образцов пелоидов с применением синхронного термического анализа (на установке STA Jupiter 449C в динамической воздушной и инертной атмосфере), электронно-зондовых (растровый микроскоп Vega PИLMU с системой EDXINCA Energy 450/XT) и рентгенофазовых (установки «ДРОН-7» и «ARLX'TRA») исследований. Работы в выполнены в ЦКП «Центр исследований минерального сырья и состояния окружающей среды» Южного федерального университета.

Среди водорастворимых солей рентгенофазовым анализом и электронно-зондовыми исследованиями выявляется только галит; это соответствует и специфике состава грязевого раствора: содержание Na^+ в составляет ~ 74.2 мг-экв % при содержании $\text{Mg}^{2+} \sim 22.7$ мг-экв %, $\text{Cl}^- \sim 87.6$ мг-экв % [9]. В составе иловой толщи присутствует линзовидная залежь солей, характеризуются содержанием NaCl 97.05–99.16 %, MgSO_4 — до 0.14 %, воды — 0.41–1.2 %, иных примесей — 0.16–0.75 % [6]. Сульфаты представлены гипсом и бассанитом; в виде микрофаз электронно-зондовым анализом отмечено присутствие стронцисодержащего барита [8, 9]. На поверхности иловой толщи образована гипсовая корка мощностью до 0.1–0.15 м, начавшаяся формироваться с 1894 г., когда была возведена дамба [8]. Карбонаты — кальцитом и установленным рентгенофазовым анализом арагонитом 20 % [4]. Тонкие терригенные зерна (содержание ча-

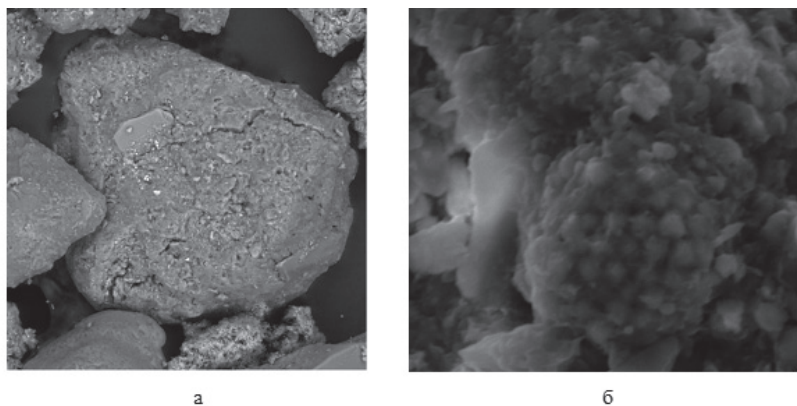


Рис. 1. Микроструктура и состав пелоидов: а — агрегат тонкодисперсных минералов (хлоритов) с терригенными частицами гидрослюд; б — микроконкреция пирита

стиц размером 0.1–0.25 мм составляет менее 0.15 % на сухое вещество) представлены кварцем, плагиоклазами, чешуйками слюды, рутилом, глинистыми агрегатами (рис. 1, а). Среди аутигенных образований типичны рассеянные кристаллы и микроконкреции (рис. 1, б) сульфидов железа. По результатам синхронного термического анализа присутствуют две их формы, выраженные экзотермическими эффектами ~ 481 °С и ~ 539 °С (рис. 2), отсутствующими в гелиевой атмосфере. Первый эффект объясняется окислением гидротроилита (FeS , $n\text{H}_2\text{O}$), связанного с коллоидным комплексом грязей и образующем за счет восстановления гидроокислов трехвалентного железа сероводородом, возникающем при метаболизме сульфатредуцирующих бактерий, второй — кристаллического дисульфида железа (рисунок 1-б). Наиболее сложно решается вопрос установления минерального состава пелитовой фракции. В опубликованных работах её состав определяется как иллит-хлоритовый [9] или (для группы изученных крымских озёр, включая Сакское) содержащей хлориты, каолинит, смешанослойные образования (монтмориллонит?) [4]. Проведенные дополнительные исследования двух образцов (из поверхностного слоя и глубины 2 м от поверхности залежи) указывают на присутствие хлоритов (выраженные рефлексy 2 θ 12.35–12.37 и 6.22) и слабых отражений в текстурированных образцах, характерных для мусковита или иллита ($d \sim 10$). Наряду с выявлением терригенных частиц (с содержанием К ~ 6.5 и Al ~ 9.8 вес.% по данным микронзондового анализа), эти данные подтверждают присутствие небольшого количества гидрослюд. Отражения при 2 θ 4.1–5.9, характерные для монтмориллонита, отсутствуют; нет и характерных для них эффектов на кривых синхронного термического анализа (с потерей воды в интервале ~ 130–140 °С).

На основании полученных данных минеральный состав тонкой фракции пеллоидов определяется как хлоритовый (с небольшой примесью иллитовых агрегатов при отсутствии монтмориллонита). Учитывая, что хлориты не способны к межпакетной сорбции и характеризуются низкими величинами ЕКО и удельной поверхности [9], минеральный состав илов Сакского озера не способствует концентрации тяжелых металлов, что является положительной характеристикой в плане их использования как лечебных грязей.

Литература

1. Белоусов П. Е. Аналитические методы диагностики минерального состава бентонитовых глин / П.Е. Белоусов, Ю.И. Бочарникова, Н.М. Боева// Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2015. № 4. С. 94–100.

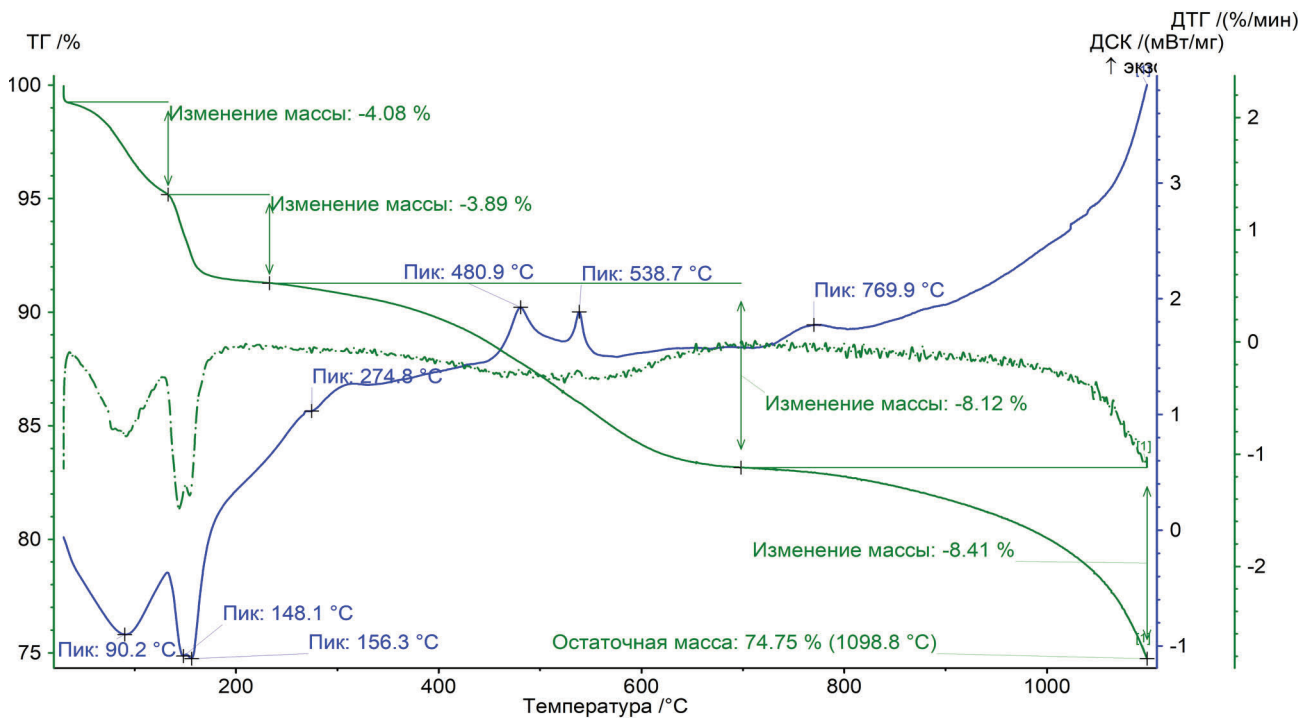


Рис. 2. Результаты синхронного термического анализа сульфидного ила Сакского озера (глубина отбора образца 0.8 м от поверхности залежи) в воздушной атмосфере

2. *Веселова М. А.* Изучение геохимии донных отложений сакского озера: новые подходы // Известия российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена СПбГУ. 2012. № 153-2. С. 35–39.

3. *Дмитриевская В. Е.* Анализ состава лечебных грязей озера большой та-раскуль и сакского озера // В сб. материалов XX Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (МЭСК-2015). Новосибирск. 30 октября-01 ноября 2015 г. С. 19

4. *Котова И. К.* Закономерности формирования состава иловых грязей мертвого моря и соляных озер Крыма / И. К. Котова, Е. П. Каюкова, Л. В. Мордухай-Болтовская, Н. В. Платонова, С. Р. Котов // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2015. № 2. С. 86–106.

5. Критерии оценки качества лечебных грязей при их разведке, использовании и охране. Методические указания: утверждено Минздравом СССР 11.03.1987 № 10-11/40.

6. *Курнаков Н. С., Кузнецов В. Г., Дзенс-Литовский А. И., Равич М. И.* Соляные озера Крыма. М.— Л.: Изд-во АН СССР, 1936

7. *Пасынков А. А.* Экологические проблемы сохранения и использования бальнеологических ресурсов соленых озер Крыма / А.А. Пасынков, Л.М. Соцкова, В.И. Чабан // Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского. География. 2014. Т. 27 (66), № 3. С. 96–116.

8. *Попов Ю. В.* Новые данные о строении и составе толщи пелоидов восточного бассейна Сакского озера (Крым)/ Ю. В. Попов, О. А. Гулов, В. А. Васенко // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь. 2015. № 18. С. 211–217.

9. *Попов Ю. В.* О строении и составе толщи илов Сакского озера (Крым)/ Ю. В. Попов, О. А. Гулов, В. А. Васенко // Отечественная геология. Москва. 2015. № 3 С. 45–52.

10. *Соколова Т. А.* Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие / Т. А. Соколова, Т. Я. Дронова, И. И. Толпешта // Тула: Гриф и К. 2005.

11. *Страховенко В. Д.* Геохимическая характеристика сапропелевых отложений малых озер обь-иртышского междуречья / В.Д. Страховенко, О.П. Таран, Н.И. Ермолаева // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 10. С. 1466–1477.

12. *Чабан В. В.* Исследование сезонного изменения экологической обстановки Сакского соленого озера / В. В. Чабан, Н. А. Сурова // Вестник «Крымское качество». 2007. № 1 (9). С. 56–60

13. *Шостакович В. Б.* Иловые отложения Сакского озера как летопись климата // Саки-Курорт. Вып. 1. Симферополь, 1935. С. 255–272.