

технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2012. – 250 с.

8. Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт, РД-15-09-2006 – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2007. – 64 с.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – М.: ЗАО «Научно-технический

центр исследований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.

10. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Яновский А.Б., Скрыль А.И. Тенденции повышения безопасности на угольных шахтах с особо опасными горно-геологическими условиями // Уголь. 2017. № 3. С. 4 – 8.

© 2018 г. *С.Н. Ширяев, А.М. Никитина, Р.А. Дадынский*  
Поступила 3 сентября 2018 г.

УДК 551.8 (235.222)

*Г.Г. Русанов<sup>1</sup>, И.И. Тетерина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>АО «Горно-Алтайская экспедиция»

<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

## САПРОПЕЛИ ВЫСОКОГОРНОЙ ТАРХАТИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

На юго-востоке Горного Алтая в высокогорной Тархатинской котловине, расположенной между хребтами Южно-Чуйский и Сайлюгем, кроме одноименного крупного озера, есть еще не менее 30 небольших моренно-подпрудных и термокарстовых озер размером от первых десятков метров до 700 м. В настоящее время некоторые из них полностью спущены. Ванны осушенных моренных озер ограничены четко выраженными короткими крутыми задернованными склонами. Днища их плоские, слабо вогнутые, сложенные крупнощебнисто-мелкоглыбовым почти не окатанным материалом, осложнены криогенным микрорельефом (каменными кольцами), и только в центре выделяются незначительные по площади участки, покрытые сверху маломощным слоем частично сохранившегося сильно переувлажненного органоминерального ила (сапропеля) буроватого или коричневого цвета (рис. 1).

В южной части высокогорной Тархатинской котловины на выходе в нее из хребта Сайлюгем троговой долины реки Узной расположен мощный конечно-моренный комплекс, оставленный ледником, спускавшимся по этой долине на этапе деградации последнего (сартанского, МИС-2) оледенения. На его поверхности между двумя моренными валами на абсолютной высоте 2370 м сохранилось небольшое овальной формы безымянное озерко размером 150 × 60 м (рис. 2). В настоящее время оно наполняется водой лишь

во время весеннего снеготаяния, а уже к середине июля практически полностью пересыхает. Хорошо видны две слабо выраженные озерные терраски, уже заросшие травой, свидетельствующие о значительно больших размерах озера в прошлом и его глубине до 1,5 – 2 м.

Осушенную часть днища этого озера осложняет криогенный микрорельеф, представленный полигональными грунтами размером до 3 м в поперечнике, и только в центре сохранились органоминеральные илы (сапропели) коричневого



Рис. 1. Ванна спущенного моренно-подпрудного озера в восточной части Тархатинской котловины с частично сохранившимися сапропелями в центре



Рис. 2. Моренно-подпрудное озеро у выхода долины р. Узноик в Тархатинскую котловину

цвета (рис. 2) неустановленной мощности. С поверхности они покрыты тонкой довольно плотной подсохшей корочкой, под которой до глубины 15 – 20 см – пластичные и очень липкие с запахом сероводорода, а глубже эти илы перенасыщены влагой и имеют текучую консистенцию. Поэтому наша попытка вскрыть сапропели шурфом успеха не имела.

Из них были отобраны образцы на карпологический, микрофаунистический, литологический, минералогический и химический анализы, результаты которых, излагаемые ниже, представляют несомненный интерес для реконструкций палеогеографических условий времени накопления, а сами сапропели требуют детального комплексного изучения на всю мощность.

По своему химическому составу эти илы очень сильно отличаются от всех других типов озерных отложений, в них содержатся: 29,85 %  $\text{SiO}_2$ , 0,39 %  $\text{TiO}$ , 8,18 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,51 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,84 %  $\text{FeO}$ , 0,05 %  $\text{MnO}$ , 1,71 %  $\text{MgO}$ , 11,13 %  $\text{CaO}$ , 0,68 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 0,98 %  $\text{K}_2\text{O}$ , 0,34 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 8,59 %  $\text{CO}_2$ , 0,16 %  $\text{S}_{\text{общ}}$ , 42,20 % ППП. Очевидно, низкие содержания основных породообразующих оксидов высокие значения содержания  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ , потеря при прокаливании свидетельствуют о том, что основная роль в их образовании принадлежит растительной и животной (остракоды, моллюски) органике. Очень высокие значения отношений содержаний  $\text{FeO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}:\text{MgO}$ , равные соответственно 5,57 и 6,57, говорят о том, что накопление этих сапропелей могло происходить в восстановительной геохимической среде не пересыхавшего озера в условиях достаточно теплого климата [1].

По данным механического анализа минеральная составляющая этих илов представлена лишь глиной (76,28 %) и алевроитом (17,12 %) с довольно существенной примесью карбонатной составляющей (6,60 %).

Минералогический анализ алевроитовой фракции показал, что в ней минералы тяжелой

фракции представлены в основном промежуточными и неустойчивыми к выветриванию и механическому переносу гематитом (68 %), аутигенным лимонитом неправильной остроугольной комковидной формы (6,8 %), эпидотом (6,2 %), роговой обманкой (0,7 %), пироксенами (0,3 %), а высокоустойчивые минералы – магнетит, лейкоксен, циркон, гранат, турмалин, кианит, силлиманит, андалузит – представлены от единичных зерен до содержания 1,7 %. Легкая фракция состоит из обломков терригенных пород (67,4 %), полевых шпатов (22 %) и кварца (11 %). Высокий коэффициент выветрелости (3,4) и низкий коэффициент устойчивости (0,06) минералов тяжелой фракции в алевроитовой составляющей сапропелей свидетельствуют о значительном поступлении в водоем затронутого выветриванием размываемого материала, слагающего окружающие конечно-моренные валы.

Отметим, что эти илы могут иметь большое практическое значение. Их тонкодисперсный состав, а также содержащиеся в них  $\text{CO}_2$  и оксиды железа могут свидетельствовать о возможном использовании в медицинских целях для лечения различных заболеваний.

В рассматриваемых сапропелях озерной котловины в устье долины речки Узноик с глубины 0,2 м И.И. Тетериной впервые определены раковины моллюсков *Limnaea peregra* (O.F. Müll.), *Anisus (Gyraulus) acronicus* Gr., а также мелкие створки раковин родов *Euglesa* и *Pisidium* [2]. Все они являются обитателями мелких временных водоемов, а моллюски рода *Euglesa* к тому же характерны для теплых мелководных постоянных солоноватых водоемов [3].

Кроме того, в этих илах, по определению авторов работы [2], содержатся многочисленные умеренно теплолюбивые и эвритермные, эвригалитные и солоноватоводные остракоды, представленные видами *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Cyprinotus salinus* (Brady), *Eucypris crassa* Müll., *Cypris pubera* Müll., *Candona candida* (Müll.), *Candona stagnalis* Sars, *Limnocythere negadaevi* Popova, *Limnocythere inopinata* (Baird) [2].

Створки раковин хорошей сохранности, крупные тонкостенные, часто встречаются личиночные формы всех видов. *Cyclocypris laevis* является обычным видом для хорошо прогреваемых мелководных водоемов с нестабильными глубинами. Он образует популяции высокой плотности при температуре воды 20 – 23 °С, но уже единичен при 15 °С [4]. Этот же вид характеризует заросший растительностью водоем с умеренно-теплыми водами и высоким содержанием кальция [5]. Вид *Cyprinotus salinus* – типичный галобионт, обитающий в водоемах с соленостью воды не ниже 2 ‰. *Cypris pubera* –

весенне-летний вид, обитающий в хорошо прогреваемых богатых растительностью водоемах с температурой не менее 20 °С [6]. Теплолюбивый мезогалофильный вид *Limnocythere inopinata* (Baird.) также отражает условия довольно тепло-го неглубокого хорошо прогреваемого водоема с мягким, насыщенным кислородом грунтом и соленостью воды не выше 5 ‰ [5]. Среди них выделяется сравнительно холодолюбивый вид *Candona candida*, который наиболее часто встречается при температуре воды 10 – 16 °С, но он же отмечается и в водоемах, где вода прогревается выше 20 °С, а ее соленость может достигать 5,77 ‰ [7]. В целом же явно выраженные виды фригофилы отсутствуют.

Стратиграфически значимыми видами остракод являются *Limnocythere inopinata*, характерный для верхнего неоплейстоцена – голоцена, и *Candona stagnalis*, который считается характерным для голоцена. К верхненеоплейстоценовым и голоценовым отложениям приурочен вид *Cyprinotus salinus*, который в голоцене приобретает массовое развитие [8]. Поэтому по фауне остракод возраст вмещающих илов может быть определен не детальнее, чем голоцен.

Из этих же сапропелей известным палеокарпологом Е.А. Пономаревой впервые выделена ископаемая семенная флора *Potamogeton gramineus* L. (4 эндокарпия), *Potamogeton filiformis* Pers. (4 эндокарпия), *Potamogeton* cf. *lucens* (3 эндокарпия), *Potamogeton natans* L. (10 эндокарпиев), *Potamogeton perfoliatus* L. (15 эндокарпиев), *Potamogeton pusillus* L. (2 эндокарпия), *Potamogeton* sp. (40 обломков), *Poaceae* gen. indet. (1 тегмен), *Carex* ex gr. A (> 100 орешков), *Carex* ex gr. B (5 орешков), cf. *Cyperus* sp. (7 орешков), *Polygonum aviculare* L. (4 орешка), *Polygonum* cf. *hydropiper* L. (3 орешка), *Polygonum persicaria* L. (2 орешка), *Polygonum* sp. (4 обломка), *Batrachium* sp. (> 500 плодиков), *Potentilla anserina* L. (10 плодиков), *Thlaspi arvense* L. (2 семени), *Hippuris vulgaris* L. (2 эндокарпия), отражающая развитие водных и околоводных растений [2].

Среди карпофлоры доминирующими и разнообразными в видовом отношении являются представители рода *Potamogeton*. Практически все виды рдестов эвритермные и солоноватоводные, а преобладающий среди рдестов по количеству остатков *Potamogeton natans* – локальный термофил. По заключению Е.А. Пономаревой, рдесты, перечисленные выше, широко распространены растения как в ископаемых флорах квартала, так и в ассоциациях современной растительности, но редкие в современной флоре Горного Алтая. Так, например, *Potamogeton filiformis* в настоящее время известен только в

солоноватых озерах Чуйской котловины у села Кошагач, где в 1974 г. также впервые был обнаружен вид *Potamogeton lucens* L. [9], т.е. не менее, чем на 570 м гипсометрически ниже рассматриваемого озера.

Поэтому присутствие отмеченных выше рдестов указывает на более оптимальные условия климата времени формирования вмещающих отложений по сравнению с современными. Исходя из среднелетней температуры в Чуйской котловине, составлявшей в конце шестидесятых годов прошлого века 12,5 °С [10], современного повышения летних температур в ней еще на 0,4 °С [11] и температурного градиента в 0,69 °С/100 м [12], в Тархатинской котловине во время произрастания этих рдестов среднелетняя температура могла быть не менее чем на 4,35 °С выше, чем в Чуйской котловине, и составлять около 17 °С.

В карпологическом комплексе менее разнообразны, чем рдесты, представители рода *Polygonum* – растения, в основном, береговой зоны водоемов. Семейство *Cyperaceae* представлено осоками (*Carex*) и сытью (*Cyperus*). Из мезофитов отмечаются *Potentilla anserina*, *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*.

В количественном отношении (более 500 экземпляров) в комплексе резко доминирует лютик водный (*Batrachium* sp.). По данным И.С. Зюгановой [13], преобладание его плодов в карпологических комплексах свидетельствует о прогрессирующем похолодании климата. Такой вывод как-то не вписывается в реконструируемые ландшафтно-климатические условия, что, скорее всего, может быть объяснено следующим обстоятельством.

По заключению Е.А. Пономаревой, характерной особенностью этой карпофлоры является ее микстохронность. В комплексе встречаются семена и плоды одного вида как синхронные отложениям, так и занесенные из современных растительных ассоциаций. Многие карпоиды несут следы транспортировки, много обломков, погрызов животными (особенно эндокарпов рдестов). Очевидно, все эти процессы происходили в пределах одновозрастной толщи, и переотложение осуществлялось из слоя в слой при формировании вмещающих отложений в условиях частого и сильного колебания уровня озера, возможно, временами вплоть до его полного осушения.

**Выводы.** Материалы, изложенные выше, свидетельствуют о необходимости дальнейшего детального изучения озерных сапропелей высокогорной Тархатинской котловины не только в палеогеографическом, но и практическом плане.