

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ТРАВЕРТИНОВ НА СЕВЕРНОМ БЕРЕГУ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Г.Г. Русанов¹, Деев Е.В.^{2,3}, Ряполова Ю.М.²

¹ОСП «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск

³Новосибирский государственный университет, Новосибирск

Травертины (известковые туфы) образуются в результате хемогенного осадконакопления из подземных обогащенных углекислотой вод. Их формирование связано с термальными и холодными водами, температура которых варьирует от 4 до 75 °С [Писарский и др., 1998; Шварцев и др., 2007]. Данные образования являются своеобразными индикаторами или маркерами тектонической и сейсмической активности территории или ее палеоклиматических характеристик.

К настоящему времени многочисленные мелкие и маломощные тела травертинов установлены на склонах хребтов Юго-Восточного и Центрального Алтая, в зонах их сочленения с Чуйской, Курайской и Уймонской межгорными впадинами, в озерных котловинах и речных долинах северо-западной, северной и северо-восточной частей Горного Алтая, где они часто приурочены к активным тектоническим разломам или террасовым комплексам [Бутвиловский, 1993, Бутвиловский и др., 1996; Русанов и др., 2013; Kokh et al., 2017]. По разломам в позднем неоплейстоцене и голоцене происходили неоднократные подвижки, сопровождавшиеся усилением сейсмичности и травертинообразованием, о чем говорит целая серия торий-урановых датировок травертинов [Деев и др., 2021; Deev et al., 2022].

Известны травертины и на берегах Телецкого озера, где также приурочены к неотектоническим нарушениям. Здесь травертины впервые были обнаружены, описаны и датированы по радиоуглероду В.В. Бутвиловским [1993, 1996] в приустьевой части долины р. Кокши и на юго-восточном берегу Камгинского залива.

В 2016-2018 гг. при проведении государственной геологической съемки масштаба 1:200000 в Прителечье нами было обнаружено еще шесть новых местонахождений современных и палеотравертинов, пять из которых приурочены к северному тектоническому борту Телецкого озера. Ниже кратко излагаются основные результаты их изучения, полученные нами на сегодняшний день.

1. (51°47'5,630" с. ш.; 87°41'1,090" в.д.) В Камгинском заливе на крутом тектоническом склоне юго-восточной экспозиции в 1,15 км к юго-западу от мыса Акулин на высоте 180 м над уровнем Телецкого озера из-под глыбового коллювия, покрывающего склон, выходит крупный родник. Вода в нем холодная с температурой 6,5 °С. Химический состав ее следующий (мг/л): $K^+ - 0,54$, $Na^+ - 1,9$, $Ca^{2+} - 39$, $Mg^{2+} - 14$, $Ba^{2+} - 0,10$, $Sr^{2+} - 0,10$, $Sb^{3+} - 0,00023$, $SO_4^{2-} - 2,6$, $NO_3^- - 2,4$, $HCO_3^- - 200$, pH – 7,1.

Из этого родника вытекает ручей протяженностью 250 м, впадающий в Камгинский залив. По словам начальника охраны Алтайского заповедника С.П. Ерофеева, этот ручей у местных жителей известен под неблагозвучным названием Сопливый. В пятидесяти метрах от родника на глыбах в русле ручья начинает осаждаться травертин. На высоте 160 м над озером русло ручья перегораживает скопление крупных коллювиальных глыб. Все пустоты между этими глыбами заполнены травертином, который сплошной очень крепкой коркой толщиной до 5 см покрывает также с поверхности и сами глыбы, цементируя их в единый прочный монолит (рис. 1).

Данные травертины пористые имеют крупноноздреватую (шагреновую) поверхность. Они имеют белый, желтовато-белый, иногда буроватый цвет. Их образование продолжается и в настоящее время. Ниже до устья ручья все его русло буквально засыпано мелкими обломками этих травертинов. В большом количестве эти обломки содержатся не только на повер-



Рис. 1. Современные травертины в русле ручья на склоне Камгинского залива.

хности, но и в толще маломощного конуса выноса, сформированного ручьем и обрывающегося в Камгинский залив.

По результатам литолого-минералогического анализа, выполненного в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» при Томском государственном университете, данные травертины практически полностью

состоят из кальцита (83,67 %), а содержание в них $\text{CO}_2(\text{CaCO}_3)$ составляет 33,47 %. В виде механических примесей в травертинах присутствуют песок (8,0 %), частицы глинистой (6,65 %) и алевритовой (1,64 %) размерности. Эти примеси представлены кварцем, полевыми шпатами, зернами магнетита, гематита, апатита и глинистыми минералами.

С целью определения химического и микроэлементного состава травертинов в Центральной аналитической лаборатории ФГБУ «ВСЕГЕИ» (Санкт-Петербург) были выполнены рентгеноспектральный флуоресцентный, приближенно-количественный спектральный, масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой и атомно-абсорбционный анализы. Для травертинов белого цвета установлены высокие значения CaO (38,3 %), SiO_2 (20,0 %) и потерь при прокаливании (33,0 %) и очень низкие содержания остальных основных породообразующих оксидов: TiO_2 (0,15 %), Al_2O_3 (3,01 %), Fe_2O_3 (0,70 %), FeO (0,72 %), MnO (0,031 %), MgO (1,51 %), Na_2O (0,46 %), K_2O (0,46 %), P_2O_5 (0,079 %). Высокие содержания кремнезема, по-видимому, можно объяснить наличием кварца и полевых шпатов, обломки которых установлены в травертинах.

В микроэлементном составе рассматриваемых травертинов отмечаются пониженные содержания (г/т): As – 2,29, Sb – 0,42, Bi – 0,04, Co – 3,7, Zr – 89, Sc – 2,8, Y – 1,4, Cu – 4, Pb – 1,9, Ag – 0,075, Ga – 1,5, B – 8,9; несколько повышенные значения имеют V – 12, Ni – 12, Cr – 38, Zn – 67, а также Sr – 0,04 %. Атомно-абсорбционным анализом в данных травертинах установлено незначительное содержание золота (0,0027 г/т).

2. ($51^\circ46'11,284''$ с. ш.; $87^\circ35'56,435''$ в. д.) Здесь на западной окраине с. Яйлю на правом берегу ручья Чеченек в стенке крупного оползня на глубине 5 м от поверхности сразу под валунно-галечниковой толщей залегают пески. Возраст этих песков, определенный методом оптико-стимулированной люминесценции (ОСЛ), составляет $37,5 \pm 2,3$ тыс. лет (GdTL-1714) [Baryshnikov et al., 2015]. В кровле песков нами обнаружен протяженный прослой мощностью до 3 см мелко-тонкозернистых песчаников серого цвета с волнистой поверхностью, очень крепко сцементированных кальцитом.

3. ($51^\circ45'59,330''$ с. ш.; $87^\circ33'14,412''$ в. д.) В этой точке на крутом южном склоне г. Акая (1202 м), обрывающемся в Телецкое озеро, в 1,1 км западнее ручья Кобухта на высоте более 200 м над уровнем озера находится крупный родник. Температура воды в нем 9°C . Химический состав ее следующий (мг/л): K^+ – 0,37, Na^+ – 1,6, Ca^+ – 55, Mg^+ – 3,7, Ba^+ – 0,04, Sr^+ – 0,10, Sb^{3+} – 0,00016, SO_4^{2-} – 13, NO_3^- – 2,0, HCO_3^- – 190, pH – 7,1.

Из этого родника вытекает ручей протяженностью 250 м, впадающий в озеро. Ниже родника в русле ручья на высоте 185 м над озером наблюдается протяженный выход коренных пород. На их поверхности происходит осаждение травертинов, которые покрывают породы сплошной очень крепкой коркой толщиной до 5 см. Эти травертины желтовато-бе-

Рис. 2. Глыбы конгломератов с травертиновым цементом у карьера в с. Артыбаш.



лого цвета, пористые, с крупноноздраватой (шагреновой) поверхностью практически идентичны травертинам, обнаруженным в русле ручья на склоне Камгинского залива.

4. (51°47'38,480'' с. ш.; 87°15'33,892'' в. д.) В селе Артыбаш в 700 м к северо-востоку от пристани в уступ озерной террасы на глубину до 8 м врезана дорога. В стен-

ках этой врезки вскрыты озерные отложения, состоящие из переслаивания тонкогоризонтальнослоистых крупнозернистых песков и мелкозернистых песков. В них на глубине 7 м обнаружен протяженный прослой мощностью до 5 см мелкозернистых песчаников, очень крепко сцементированных кальцитом.

5. (51°47'36,451'' с. ш.; 87°15'29,601'' в. д.) В 100 м к юго-западу от предыдущей точки в уступ этой террасы врезан небольшой карьер глубиной до 10 м, вскрывший грубослоистые валунные галечники с линзами гравийников и грубозернистых песков. В средней части стенки карьера отложения очень крепко сцементированы кальцитом, образуя конгломераты с травертиновым цементом мощностью не менее 1,5 м. Многочисленные глыбы этих конгломератов лежат как на дне карьера, так и рядом с ним вдоль дороги (рис. 2).

6. (51°46'23,180'' с. ш.; 87°15'23,029'' в. д.) В низовьях р. Иогач (1,2 км выше с. Иогач) у правого борта долины карьером вскрыта толща четвертичных отложений видимой мощностью не менее 80 м, состоящая из переслаивания песков, гравийников и валунных галечников. ОСЛ-возраст этих отложений изменяется от 82,6±7,0 тыс. лет (GdTL-1715) в низах разреза до 50,23,3 тыс. лет (GdTL-1716) на глубине 5 м от поверхности [Baryshnikov et al., 2015]. В средней части этой толщи на абсолютной высоте 497 м нами был обнаружен маломощный (до 5 см) протяженный прослой очень крепких песчаников, сцементированных белым кальцитом. Радиоуглеродный возраст этого кальцитового цемента был определен в лаборатории ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург) в 3480±150 лет (RGI-185).

Ранее на восточном берегу Телецкого озера в приустьевой части долины р. Кокши В.В. Бутвиловский [1993, 1996] обнаружил пористые травертины пемзового вида с таким же радиоуглеродным возрастом – 3475±35 лет (СОАН-3114).

Таким образом, можно предположить, что вдоль северного тектонического борта котловины Телецкого озера на протяжении голоцена существуют стационарные пути транзита холодных малоглубинных флюидов к поверхности. Зоны их разгрузки местами маркируют тела травертинов. Их локализацию контролируют: наличие разломов; наличие в разрезе борта котловины карбонатных комплексов; расчлененный рельеф, местами перекрытый горизонтами коллювиальных и валунно-галечных отложений, обладающих хорошими коллекторными свойствами; наличие стационарного восходящего флюидопотока.

Работы частично выполнены в рамках государственного задания ИНГГ СО РАН.

Литература

Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 253 с.

Бутвиловский В.В., Бутвиловская Т.В., Аввакумов А.Е. Составление геоморфологической карты Горного Алтая масштаба 1:500000 // Отчёт Региональной партии о результатах научно-исследовательских работ, проведённых в 1989-1996 гг. – Новокузнецк, 1996. Гос. регистр. № 13-89-106/1.

Деев Е.В., Дублянский Ю.В., Позднякова Н.И., Шольц Д., Кох С.Н., Сокол Э.В., Русанов Г.Г. Первые результаты $^{230}\text{Th}/\text{U}$ датирования сейсмогенных травертинов Горного Алтая // Доклады Российской Академии Наук. Науки о Земле, 2021, т. 500, № 2, с. 135-141.

Писарский Б.И., Конев А.А., Леви К.Г., Дельво Д. Углекислые щелочные гидротермы и стронцийсодержащие травертины в долине р. Сонгве (Танзания) // Геология и геофизика, 1998, т. 39, № 7, с. 934-941.

Русанов Г.Г., Деев Е.В., Ряполова Ю.М., Зольников И.Д. Палеогидротермальная активность разломов Горного Алтая по результатам датирования травертинов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2013, № 4 (16), с. 53–64.

Шварцев С.Л., Лепокурова О.Е., Копылова Ю.Г. Геохимические механизмы образования травертинов из пресных вод на юге Западной Сибири // Геология и геофизика, 2007, т. 48, № 8, с. 852-861.

Baryshnikov G., Panin A., Adamiec G. Geochronology of the late Pleistocene catastrophic Biya debris flow and the Lake Teletskoye formation, Altai Region, Southern Siberia // International Geology Review, 2015, p. 1-15.

Deev E., Dublyansky Y., Kokh S., Scholz D., Rusanov G., Sokol E., Khvorov P., Reutsky V., Panin A. Large Holocene paleoseismic events and synchronized travertine formation: a case study of the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia) // International Geology Review, 2022. <https://doi.org/10.1080/00206814.2022.2145510>

Kokh S.N., Sokol E.V., Deev E.V., Ryapolova Y.M., Rusanov G.G., Tomilenko A.A., Bul'bak T.A. Post-Late Glacial calcareous tufas from the Kurai fault zone (Southeastern Gorny Altai, Russia) // Sedimentary Geology, 2017, v. 355, p. 1-19.