

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЁРНО-ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В БАССЕЙНАХ РЕК УРСУЛ И ЯБОГАН ГОРНОГО АЛТАЯ — ИНДИКАТОРЫ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Г.Г. Русанов

*ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», Алтайская государственная академия образования,
Бийск, rusgennadij@mail.ru*

Озёрно-ледниковые отложения достаточно широко распространены в долинах и котловинах Горного Алтая. Однако они практически не содержат определяемые органические остатки (споры, пыльцу и др.), что сильно затрудняет реконструкцию палеогеографических условий и обстановок осадконакопления. Первую попытку использовать для этих целей минералогические и геохимические особенности этих отложений на примере разрезов Беле (Телецкое озеро), Чаган и Чаганузун (Чуйская котловина) предпринял В.В. Бутвиловский (1993).

Верхнеолейстоценовые озёрно-ледниковые отложения установлены нами в долинах верхнего течения реки Урсул и его притоков Теньга и Елó, известны они и в долине реки Ябоган — Ябоганской котловине (Зольников и др., 2008), расположенной на стыке Центрального и Северо-Западного Алтая. В долине Теньги на восточном берегу Теньгинского озера на абсолютной высоте 1110 м до глубины 1,1 м вскрыты озерно-ледниковые отложения. Они представлены плотными желтоватыми песчанистыми (25,82 %) глинами (72,85 %) с незначительной примесью алеврита (1,33 %). Глины гидрослюдистые с кварцем, хлоритом, полевыми шпатами и повышенными содержаниями карбоната кальция (14,80 %), а их химический состав (%): SiO₂ 55,5; TiO₂ 0,75; Al₂O₃ 14,0; Fe₂O₃ 3,81; FeO 1,97; MnO 0,12; MgO 3,18; CaO 7,46; Na₂O 2,39; K₂O 1,97; P₂O₅ 0,12; ппп 8,47.

Алевритово-песчаная часть этих образований отличается высоким выходом минералов тяжёлой фракции (43,2 %), в состав которой входят (%): эпидот-цоизит 72,5, магнетит 13,6, аутигенный лимонит 4,3, апатит 2,0, лейкоксен 1,8, циркон 1,4, гранат, роговая обманка, тремолит и актинолит по 0,6, слюда 1,4. Лёгкая фракция (56,8 %) состоит из хлоритово-слюдистых обломков пород 90,3 %, карбонатов 5,7 %, кварца 2,6 % и полевых шпатов 1,4 %. Они характеризуются низким коэффициентом устойчивости ($K_y=0,25$) и высоким коэффициентом выветрелости ($K_b=2,3$).

В 2010 году озёрно-ледниковые, по нашему мнению, отложения до глубины 2,5 м были вскрыты небольшим карьером на абсолютной высоте 1072 м у дороги Туэкта – Усть-Кан перед поворотом на село Елó. Они состоят из горизонтального переслаивания буровато-желтоватых песчанистых (19,7 %) глин (80,3 %) мощностью 1–3 см с содержаниями карбоната кальция до 13,70 % и очень плотных глин (95,05 %) мощностью 5–10 см с незначительной песчано-алевритовой примесью (4,5 %), содержаниями карбоната кальция до 29,30 %. В них хорошо выражена очень тонкая (1–2 мм) горизонтальная микрослоистость.

Озёрно-ледниковые глины гидрослюдистые с кварцем, кальцитом, хлоритом и полевыми шпатами, а их химический состав (%): SiO₂ 53,6; TiO₂ 0,69; Al₂O₃ 13,4; Fe₂O₃ 2,99; FeO 1,97; MnO 0,085; MgO 3,04; CaO 8,69; Na₂O 1,75; K₂O 2,64; P₂O₅ 0,11; ппп 10,8.

Алевритово-песчаная часть этих отложений также отличается высоким выходом минералов тяжёлой фракции (21,2 %), в состав которой входят (%): эпидот-цоизит 34,3; магнетит 26,9; аутигенный лимонит 14,4; роговая обманка 8,1; лейкоксен 4,4; апатит 3,7; циркон 3,2; тремолит-актинолит 1,8; слюда 1,6; пироксены 0,4; анатаз, рутил, сфен — единичные зёрна. Лёгкая фракция (78,8 %) состоит из хлоритово-слюдистых обломков пород 85,2 %, карбонатов 10,0 %, кварца 2,7 %, полевых шпатов 1,8 %, слюды и хлоритов 0,3 %. Для них также характерны низкие значения $K_y=0,14$ и повышенные $K_b=1,78$.

В 2010 году при строительстве дороги сохранившиеся фрагменты озёрно-ледниковых плотных желтоватых песчанистых (14,11 %) глин (85,89 %) видимой мощностью до 4 м установлены у левого склона долины реки Ело́ в 2,6 км выше устья р. Табатай или в 4,5 км выше бывшей ледниковой подпруды.

Химический состав этих глин следующий (%): SiO_2 57,5; TiO_2 0,8; Al_2O_3 13,4; Fe_2O_3 3,54; FeO 1,76; MnO 0,1; MgO 2,93; CaO 6,69; Na_2O 1,66; K_2O 2,52; P_2O_5 0,15; ппп 8,69. В состав тяжёлой фракции входят (%): аутигенный лимонит 25,9, эпидот-цоизит 19,4, магнетит 18,0, лейкоксен 12,3, апатит 6,6, циркон 5,7, роговая обманка 4,1, слюда 3,4, пироксены 1,2, гранат 0,7, анатаз и рутил по 0,5. Лёгкая фракция (93,88 %) состоит из хлоритово-слюдистых обломков пород 83,6 %, карбонатов 10,7 %, кварца 2,7 %, полевых шпатов 1,5 %, слюды 1,5 %. В этом разрезе озёрные глины имеют повышенный $K_y=1,05$ и пониженный $K_b=1,4$.

Ещё один разрез этих отложений находится на северной окраине села Ябоган у правого склона котловины на абсолютной высоте 1140 м. Здесь в карьере глубиной 4 м под почвенно-растительным слоем вскрыт, по нашим данным, желтоватый карбонатизированный песчано-глинистый делювий лёссовидного облика мощностью от 0,5 до 1 м с примесью дресвы и щебня. Исходным материалом для него послужили залегающие ниже озёрные отложения, которые представлены желтоватыми иногда с буроватым оттенком очень плотными песчанистыми (24,58 %) глинами (73,89 %) с незначительной примесью алеврита (1,52 %), с включениями дресвы и мелкого щебня. Заметна слабо выраженная тонкая (0,5–1 см) субгоризонтальная параллельная слоистость. Встречаются отдельные тонкие (до 2 см) слойки серых дресвянистых песков.

В целом озёрные отложения в этом разрезе слабо деформированы в результате медленного оползания на пологом склоне сильно переувлажнённой толщи после спуска озера. Эти деформации (складки волочения, отторженцы, смятые и «размазанные» слои) рассматриваются как результат проявления солифлюкции (Зольников и др., 2008).

Глины гидрослюдистые с кварцем, полевыми шпатами, хлоритом и кальцитом, с повышенным содержанием карбоната кальция (13,3 %), а их химический состав (%): SiO_2 61,0; TiO_2 0,72; Al_2O_3 12,4; Fe_2O_3 3,54; FeO 2,11; MnO 0,085; MgO 2,79; CaO 5,7; Na_2O 1,78; K_2O 1,83; P_2O_5 0,097; ппп 7,63.

В них также отмечается высокий выход минералов тяжёлой фракции (19,67 %), в состав которой входят (%): магнетит 50,1; эпидот-цоизит 28,6; аутигенный лимонит 8,0; лейкоксен 3,9; циркон 3,4; апатит 1,7; гранат 1,3; роговая обманка 1,1; тремолит-актинолит 0,9; слюда 0,6; пироксены 0,4; анатаз, рутил, сфен — единичные зёрна. Лёгкая фракция (80,33 %) состоит из хлоритово-слюдистых обломков пород 91,4 %, кварца 5,0 %, полевых шпатов 1,8 %, карбонатов 1,5 %, слюды 0,3 %. Для этих глин характерны высокие значения коэффициентов $K_y=9,3$ и $K_b=3,01$.

Алевритово-тонкопесчаная фракция в озёрно-ледниковых отложениях Теньги, Урсула, Ело́ и Ябогана отличается высоким выходом тяжёлых минералов (от 11,5 до 43,2 %) и накоплением рудных минералов, в частности магнетита (13,6–50,1 %) и слюды (0,9–4,9 %), обладающей повышенной плавучестью и транспортабельностью, что, по нашему мнению, также говорит о бессточности этих озёр. Коэффициенты выветрелости (1,4–3,01) и устойчивости (0,14–9,3) минералов тяжёлой фракции в озёрно-ледниковых отложениях свидетельствуют о значительном поступлении в водоёмы свежего, не затронутого выветриванием материала, его сравнительно незначительной транспортировке и скорости седиментации.

Во всех изученных обнажениях озёрно-ледниковые глины химически незрелые ($Al_2O_3/Na_2O=6-7$). Такие низкие значения этого коэффициента, по нашим многочисленным данным

из разных районов Алтая, характерны для озёрных глин не древнее второй половины позднего неоплейстоцена.

В долинах Урсула, Ело́, в Ябоганской и Теньгинской котловинах гидрослюдистый состав озёрно-ледниковых глин, низкие значения отношений CaO/MgO (2–2,8) и $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (17–18) свидетельствуют об их аккумуляции в условиях холодного влажного климата. Холодный климат времени осадконакопления отражают повышенные содержания SiO_2 , K_2O и Na_2O при пониженных значениях Al_2O_3 и TiO_2 (Задкова и др., 1968), что также наблюдается в этих глинах. Кроме того, они отличаются и повышенными потерями при прокаливании (ппп 7,63–10,8 %), что тоже типично для озёрных осадков холодных эпох, которым свойственны высокие содержания углерода (Минюк и др., 2007). В то же время потери при прокаливании существенно ниже 15 %, а это позволяет отнести подобные отложения к минеральным осадкам с включениями органического материала, накапливавшимся в условиях опять-таки холодного климата, многолетней мерзлоты и перигляциальных ландшафтов (Шеремецкая и др., 2012).

Пониженные значения отношения $\text{FeO/Fe}_2\text{O}_3$ (в нашем случае равные 0,5–0,6) и повышенные содержания аутигенного лимонита (от 8 до 25,9 %) указывают на снижение роли восстановительной среды в осадконакоплении и неустойчивый гидрологический режим озёр (Лукашёв, 1970). В то же время, как считает В.В. Бутвиловский (1993), накопления карбоната кальция и закисного железа могут свидетельствовать о периодическом прогреве озёрных вод, жёсткой стратификации, создающей дефицит кислорода и восстановительную среду в этих частях водоёмов.

Во всех изученных разрезах, по результатам спектральных анализов, в озёрно-ледниковых глинах отмечается накопление химических элементов — активных водных мигрантов (Cu, Pb, Zn, Co, Ni) — от 0,003 до 0,007 % и подвижных окислов. Поэтому можно предположить, что во время накопления этих глин озёра были бессточными и пресными, что было возможно в условиях незначительного испарения и повышенного увлажнения. На пресноводный характер водоёмов указывают и сравнительно низкие значения отношения $\text{V/Zn}=1-1,16$, и пониженные содержания Mn (0,04–0,07 %).

Озёрно-ледниковые глины в долинах рек Ело́, Урсула и Теньгинской котловине имеют высокую халько-сидерофильную специализацию за счёт накопления V, Co, Mn, Ti, Bi; дефицитные элементы преимущественно литофильные — Be, Li, Y, Sn, W, Yb, Zr, Ag. Кластерным анализом выделены две геохимические ассоциации с тесными корреляционными связями (r 0,69–0,80): [(Ba–Li)–Ti]–P и (Pb–Zn)–Ag. Первая ассоциация сочетает элементы различной петрогенетической специализации, отражая сложный состав обломочного материала (средние, основные, карбонатные породы). Вторая, вероятно, характеризует привнос обломочного материала из Ильинско-Урскульской золото-медно-полиметаллической рудоносной зоны. В пределах этой зоны полностью находятся бассейны рек Каирлык (правый приток Урсула, стекающий с Теректинского хребта), Табатай и Теньга (левые притоки Урсула, стекающие с Семинского хребта).

Факторный анализ позволил установить шесть главных компонент. Первая (20 % от суммарной дисперсии) представлена ассоциацией Li, Ti, P, Ba; вторая (18 %) — Sn, V. Обе компоненты объединяют элементы с различной петрогенетической специализацией, характеризующие область сноса. Третья компонента (15 %), представленная ассоциацией Pb, Zn, Ag, обусловлена полиметаллической специализацией Ильинско-Урскульской рудоносной зоны, являющейся одним из основных источников обломочного материала. Четвёртая (12 %) — Yb, пятая (12 %) — W и шестая (13 %) — Cr компоненты указывают на привнос минералов-носителей вышеуказанных элементов на разных стадиях осадконакопления.

Впервые на рассматриваемой территории для целей реконструкции ландшафтно-климатических условий во время существования ледниково-подпрудных озёр, их основных параметров и некоторых особенностей гидрологического режима, а также определения источников сноса обломочного материала, поступавшего в эти озёра, использовались геохимические и минералогические данные, показавшие вполне приемлемые результаты. Особенности минералогии и геохимии этих отложений можно рассматривать как

индикаторы ландшафтно-климатических условий осадконакопления и использовать их при палеогеографических реконструкциях.

Литература

Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 252 с.

Задкова И.И., Поспелова Л.Н., Симонова В.И. Микроэлементы в глинах позднего кайнозоя Ишим-Тобольского междуречья // Неогеновые и четвертичные отложения Западной Сибири. М.: Наука, 1968. С. 51–55.

Зольников И.Д., Постнов А.В., Гуськов С.А. Процессы морфолитогенеза Усть-Канской и Ябоганской котловин в позднем неоплейстоцене // Геоморфология. 2008. № 4. С. 75–83.

Лукашёв В.К. Геохимия четвертичного литогенеза. Минск: Наука и техника, 1970. 296 с.

Минюк П.С., Борходоев В.Я. Геохимические характеристики осадков скважины LZ1024, оз. Эльгыгытгын, Чукотка — как показатели палеоклимата // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Мат-лы V Всеросс. совещ. по изуч. четвертич. периода. М.: ГЕОС, 2007. С. 273–274.

Шеремецкая Е.Д., Борисова О.К., Панин А.В. Динамика послеледникового выравнивания рельефа междуречий в краевой зоне Московского оледенения (на примере бассейна р. Протвы) // Геоморфология. 2012. № 1. С. 92–106.