

Вулканизм, новейшая геодинамика

УДК 551.21(571.53)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.122>

Подводные извержения вулканов в начале образования озер Байкал и Хубсугул

Ч. Шойдонов¹, С.В. Рассказов^{1,2}

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В Тункинской долине Байкальской рифтовой зоны широко проявился наземный вулканизм. Подводные извержения были характерны только для районов соединения восточного и западного окончаний долины, соответственно, с впадинами озер Байкал и Хубсугул. Култукский вулкан извергался в подводных условиях в раннем миоцене, около 18 млн лет назад, а Хулугайшинский и Горхонский вулканы – в середине миоцена, около 15–14 млн лет назад. Подводные извержения вулканов, наряду с накоплением тонкообломочных отложений, свидетельствовали о существовании в раннем и среднем миоцене водных линз, которые могли принадлежать к формировавшимся в это время озерам Байкал и Хубсугул.

Ключевые слова: Байкал, подводный вулканизм, кайнозой.

Underwater volcanic eruptions at the beginning of formation Lakes Baikal and Khubsugul

Ch. Shoidonov¹, S.V. Rasskazov^{1,2}

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract. Terrestrial volcanism was widely distributed in the Tunka Valley of the Baikal Rift Zone. Underwater eruptions were characteristic only of the areas of connection of the eastern and western ends of the valley, respectively, with basins of lakes Baikal and Khubsugul. The Kultuk volcano erupted in underwater conditions in the early Miocene, about 18 Ma and the Hulugaisha and Gorkhonka ones – in the middle of the Miocene, about 15–14 Ma. Underwater volcanic eruptions, along with the accumulation of fine-grained sediments show existence in the early and middle Miocene of water reservoirs that could belong to lakes Baikal and Khubsugul that were formed at that time.

Keywords: Baikal, underwater volcanism, cenozoic.

Введение

Крупные озера Байкал и Хубсугул образовались в тектонических впадинах Байкальской рифтовой системы, представляющей собой кайнозойскую геологическую структуру растяжения коры, которая простирается почти на 1800 км в виде полосы впадин и хребтов от Бусийнгольской впадины на юго-западе до Токкинской впадины на северо-

востоке. Образование рифтовой системы сопровождалось вулканизмом (рис. 1). Из 11 крупных кайнозойских рифтовых впадин, только две (Байкальская и Хубсугульская) заполнены глубокими озерами. Максимальная глубина оз. Байкал составляет 1642 м, максимальная глубина оз. Хубсугул – 262 м. Время начального существования водных линз озер пока слабо обосновано геологическими фактами. Когда они образовались – не ясно.

По наличию осадочных отложений озерного и речного происхождения на южном побережье Байкала, в районе ст. Танхой, предполагается начало опускание фундамента озерной впадины не раньше, чем с середины олигоцена (т.е. приблизительно с 34–30 млн лет назад) (Логачев, 1974). Здесь вскрыты аллювиальные отложения эоценового возраста, но достоверных озерных отложений не обнаружено (Аль Хамуд и др., 2021). Впадина оз. Хубсугул образовалась позже Южно-Байкальской, но насколько позже – не ясно.

Кроме осадочных отложений, свидетельством существования озерной водной линзы может быть подводное вулканическое извержение. В результате проникновения

базальтового расплава в дно глубокого водоема образуются своеобразные продукты подводного извержения: подушечная лава (пиллоу-лава) и гиалокластиты. Подушечная лава выдавливается по магмовыводящему каналу в воду в виде трубообразных и подушковидных тел. Рост подушек сдерживается гидростатическим давлением, существующим на дне континентального водоема (или океана). Чем больше столб воды, тем меньше размеры образующихся овальных обособлений. Гиалокластиты образуются при резком охлаждении магмы в соприкосновении с водой, сопровождающемся остеклованием магматического расплава, взрывами и дроблением стекла.

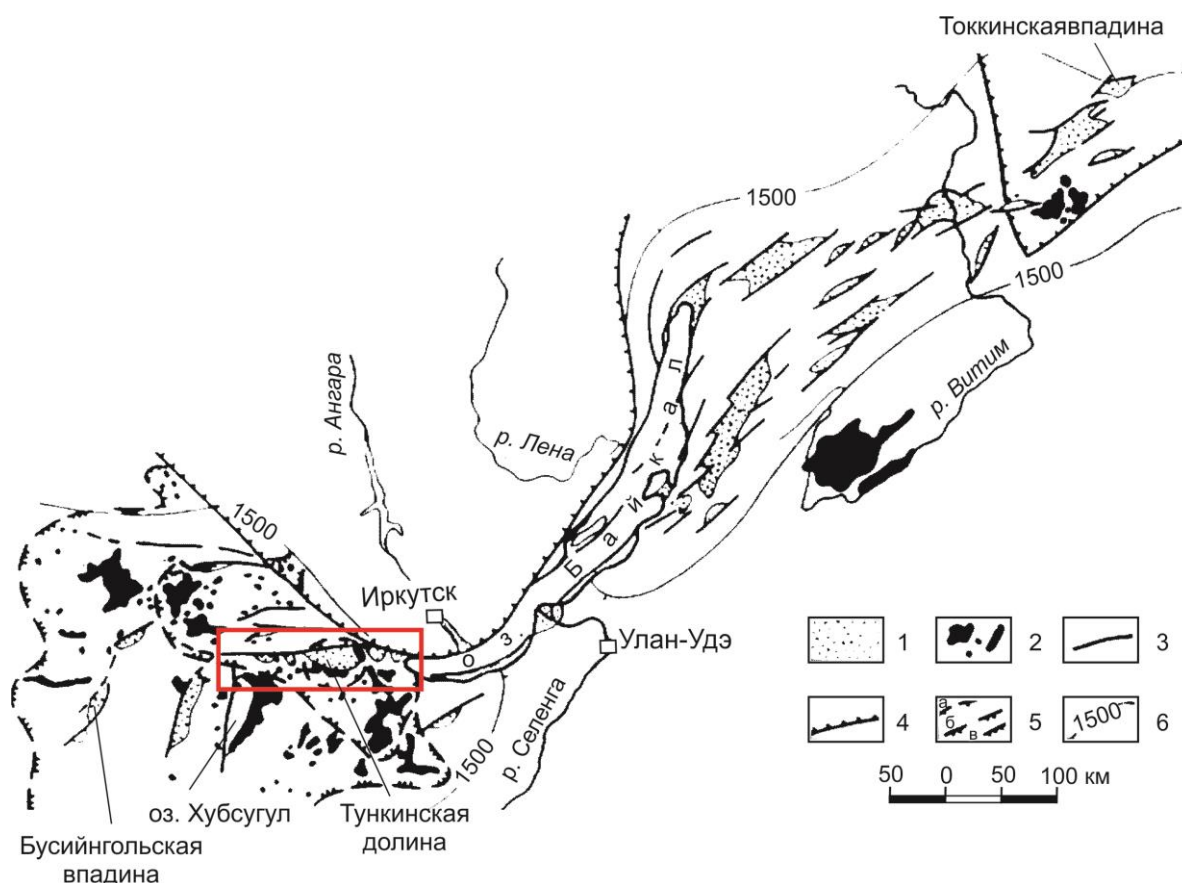


Рис. 1. Положение района исследований вулканов Тункинской долины (красный прямоугольник) в Байкальской рифтовой системе (Логачев, 1974).

1 – рифтовые впадины; 2 – поля вулканических пород; 3 – наиболее крупные разломы неоген-четвертичного возраста; 4 – ограничения кратонного фундамента Сибирской платформы; 5 – ареалы вулканической активности (для западной части рифтовой зоны): а) в позднем мелу – палеогене, б) в олигоцене-миоцене, в) в плиоцен-четвертичное время; 6 – 1500-метровая изогипса Саяно-Байкальского сводового поднятия.

Fig. 1. Position of the area of study of volcanoes in the Tunka valley (red rectangle) in the Baikal rift system (Logatchev, 1974).

1 – rift basins; 2 – fields of volcanic rocks; 3 – the largest faults of the Neogene-Quaternary age; 4 – limits of the craton basement of the Siberian platform; 5 – areas of volcanic activity (for the western part of the rift zone): а) in the Late Cretaceous – Paleogene, б) in the Oligocene – Miocene, в) in the Pliocene-Quaternary; 6 – 1500-meter isogypsum of the Sayan-Baikal rise.

Между северной оконечностью оз. Хубсугул и западной оконечностью оз. Байкал протягивается Тункинская долина. Признаки извержения базальтовых расплавов в глубокие водоемы обнаружены на Култукском, Горхонском и Хулугайшинском вулканах, расположенных на ее восточном и западном окончаниях. В строении Култукского вулкана участвуют подушечные лавы и гиалокластиты. Хулугайшинский и Горхонский вулканы сложены в основном гиалокластитами.

Цель настоящей работы – охарактеризовать общее распределение наземных и подводных вулканических извержений вдоль Тункинской долины и определить продукты подводных извержений как свидетельство

раннего существования озер Байкал и Хубсугул.

Строение Тункинской долины и распределение в ней вулканических построек

Тункинская долина представляет собой цепочку малых впадин (с востока на запад): Быстринской, Торской, Тункинской, сдвоенных Туранской и Хойтогорьской (разделенные между собой Туранским хребтом) и Мондинской (рис. 3). Она обрамлена с севера хребтом Тункинские Гольцы (хребтом Тункинским) и с юга – цепочкой хребтов Мунку-Сардык, Ургудеевский, Хамар-Дабан и Хангарульский (Флоренсов, 1960).

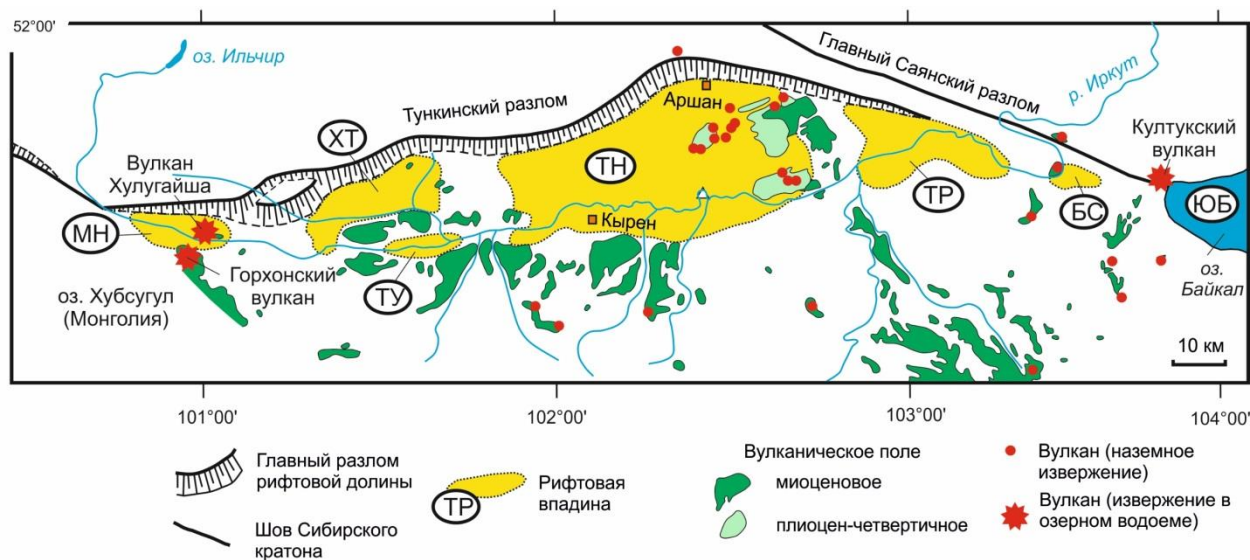


Рис. 2. Впадины и вулканические породы Тункинской долины.

Впадины: МН – Мондинская, ХТ – Хойтогорьская, ТУ – Туранская, ТН – Тункинская, ТР – Торская, БС – Быстринская. На востоке Тункинская долина соединяется с озерной Южно-Байкальской впадиной (ЮБ).

Fig. 2. Basins and volcanic rocks of the Tunka Valley.

Basins: МН – Mondy, ХТ – Khoytogol, ТУ – Turan, ТН – Tunka, ТР – Tory, БС – Bystraya. In the east, the Tunka Valley connects with a lake of the South Baikal Basin (ЮБ).

Тункинская впадина – самый доступный район Восточной Сибири с кайнозойскими базальтами – издавна привлекала внимание путешественников. В 1855 г. Н.Г. Меглицкий описал в Тункинской котловине, около дер. Талой, две параллельные гряды лавовых холмов, назвав их вулканами, и обратил

внимание своих современников на возможность употребления базальтов в качестве порошкообразного гидравлического цемента. Первые сообщения о результатах изучения петрографического состава пород тункинских вулканов опубликованы в Трудах Санкт-Петербургского общества

естествоиспытателей; Е.О. Романовский дал микроскопическое описание базальтов (1876 г.), а В.В. Голубцова привела два первых химических анализа пород (1887 г.). Из микроскопического изучения тункинских лав В.Н. Лодочников (1938) сделал вывод об увеличении количества вулканического стекла одновременно с уменьшением количества моноклинного пироксена и титанистого магнетита. В другой работе он отметил, что «в базальтах Юго-Западного Прибайкалья мы имеем перед собой не трещинные излияния и уже, во всяком случае, не главным образом трещинные излияния, а продукты извержений однородных лавовых вулканов типа Гавайи» (Лодочников, 1941).

Вулканическая деятельность в Тункинской впадине сопровождалась опусканием фундамента, что выразилось в формировании

2-километровой толщи вулканогенно-осадочных отложений (Логачев, 1974). Предполагается, что извержения в долине происходили уже в позднем мелу – палеоцене. Базальты и туфы этого возраста вскрыты бурением на Еловском отроге. Трещинные излияния базальтов происходили в миоцене – раннем плиоцене. Мощность базальтов превысила 500 м. В плиоцене-эоплейстоцене в Тункинской впадине произошли мощные эксплозивные извержения и накопилась 200–250-метровая толща туфогенно-осадочных отложений. Лавы плейстоценовых базальтов изливались на Еловском отроге и в Тункинской впадине, где они переслаивались с четвертичными грубообломочными отложениями. Мощность эоплейстоценовых базальтов составила около 150 м. Лавовая толща венчалась вулканическими конусами.

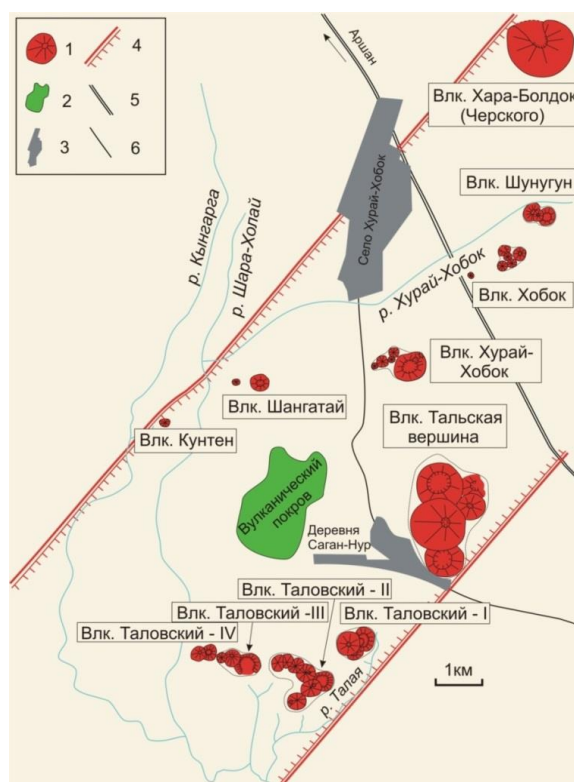


Рис. 3. Схема вулканических построек Тункинской впадины, расположенных вблизи дороги на курорт Аршан (Байкал..., 2011).

1 – вулканический конус; 2 – лавы; 3 – селение; 4 – латеральные границы вулканической зоны; 5 – дорога главная; 6 – дорога проселочная. Схема составлена школьниками в рамках работы Детского центра «Лазурит».

Fig. 3. Scheme of volcanic edifices of the Tunka Basin located near the road to the resort of Arshan (The Baikal ..., 2011).

1 – volcanic cone; 2 – lava; 3 – village; 4 – lateral boundaries of the volcanic zone; 5 – main road; 6 – country road. The scheme was drawn up by school children as part of the work of the Children's Center "Lazurite".



Рис. 4. Пирокластические отложения вулкана Хурай-Хобок, вскрытые карьером (Байкал..., 2011).

Fig. 4. Pyroclastic deposits of the Khuray-Khobok volcano, opened by the quarry (The Baikal ..., 2011).

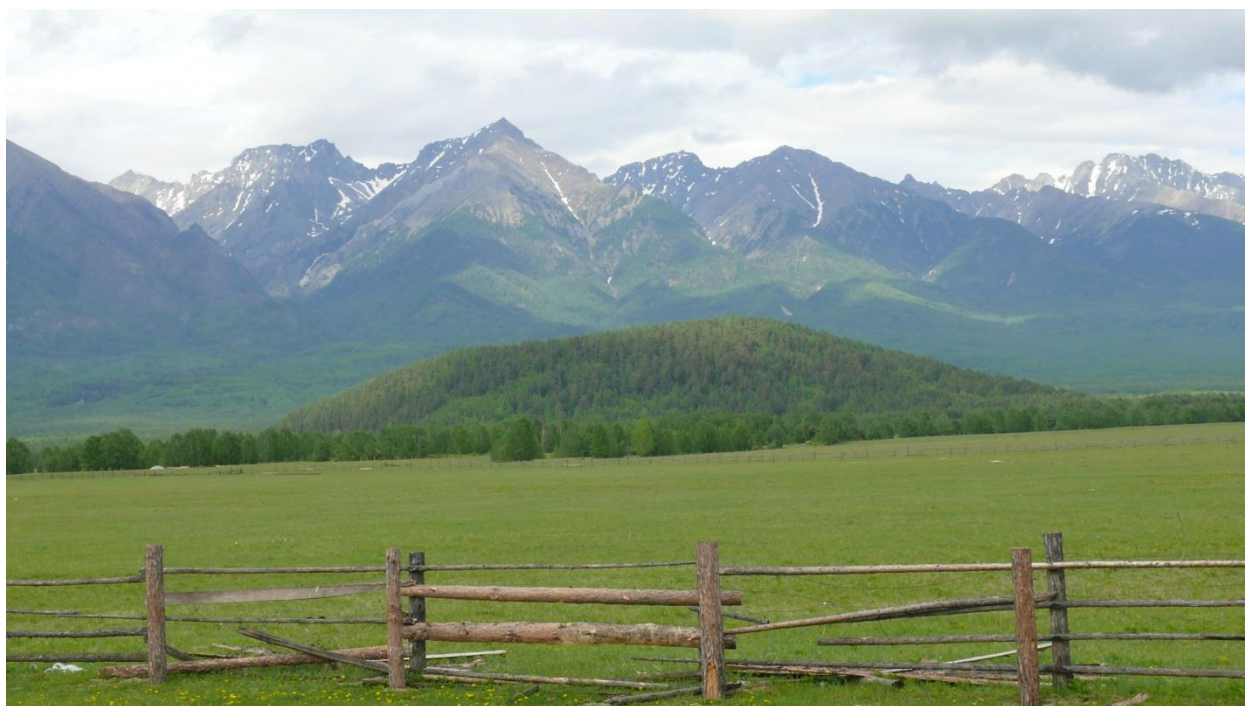


Рис. 5. Вулкан Хара-Болдок (Байкал..., 2011).

Fig. 5. Hara-Boldok volcano (The Baikal ..., 2011).

Около 20 небольших (в основном бескра-терных) построек, сложенных пористыми базальтами, рыхлыми шлаками и агглютина-тами, находятся рядом с дорогой на курорт Аршан (рис. 3). В карьерах встречаются вул-канические бомбы, наблюдается грубослой-стое строение пирокластических отложений жерловой фации (рис. 4). Рядом с дорогой на Аршан расположена цепочка мелких шлако-вых построек Хобокской группы, в которой выделяется наиболее крупный вулкан Хара-Болдок (Черный Холм). Этот вулкан имеет также название Уляборский и Черского (Фло-ренсов, 1960). Конус возвышается на 120 м над предгорной равниной Тункинских голь-цов (рис. 5).

Вулканы Тункинской впадины, а также других впадин одноименной долины и сопре-дельной территории обрамляющих горных хребтов сложены типичными продуктами наземных извержений. В отличие от них, вул-каны восточной и западной оконечностей Тункинской долины (Култукский,

Хулугайшинский и Горхонский) включают продукты подводных извержений.

Продукты подводных извержений Кул-тукского вулкана на краю Южно-Байкаль-ской впадины

Култукский вулкан – одна из построек Ка-марской зоны миоценового вулканизма. Бла-годаря географической доступности вулкан с местным названием «Чертова гора» был от-мечен геологом А.В. Львовым уже в начале XX столетия (рис. 6). Позже А.А. Шафеевым в районе пос. Култук был обозначен вулкани-ческий некк (Тектоника..., 1973). Учащиеся школы № 7 этого поселка, под руководством преподавателя С.В. Снопкова, восприняли представление А.В. Львова о вулканическом происхождении Чертовой горы и обозначили на ее вершине центр извержений пяти лаво-вых потоков, спускающихся к берегу Бай-кала, проследили выходы пород вулкана и со-ставили схематичную карту (Круговая, Сно-пков, 2006).

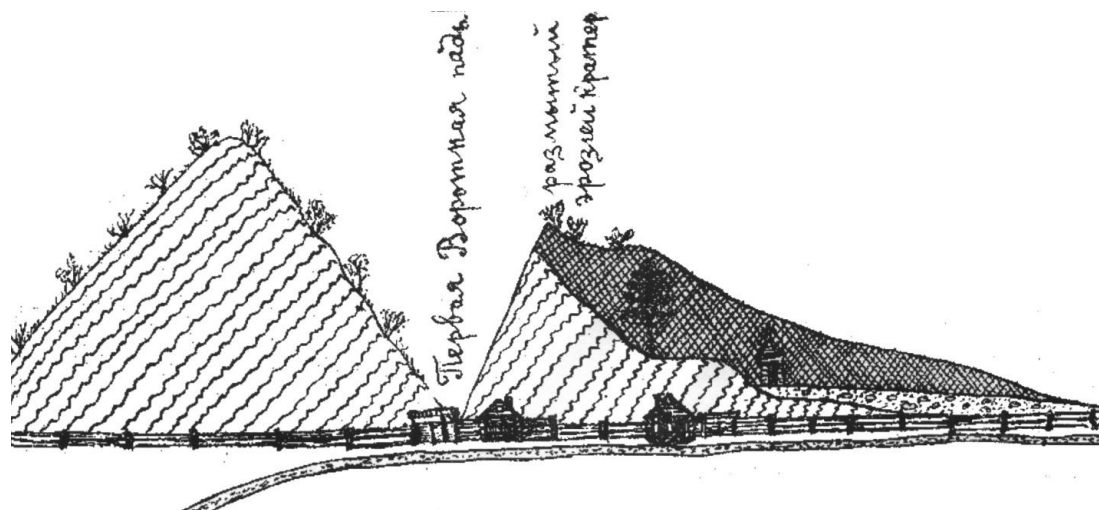


Рис. 6. Схематичный разрез незрозированной южной части Култукского вулкана по направлению с запада на восток (по А.В. Львову).

Фундамент представлен тектонитами Главного Саянского разлома (редкая волнистая косая штри-ховка). Породы (подушечные лавы и гиалокластиты) вулкана составляют вершину и восточный склон Чертовой горы (частая перекрестная штриховка). А.В. Львовым предполагалось, что породы вулкана залегают на галечниках (мелкие овалы и точки), но в естественных обнажениях подбазальтовые галеч-ники не встречены. На переднем плане показана дорога (полоса с точками).

Fig. 6. Schematic section of the non-eroded southern part of the Kultuk volcano in the direction from west to east (after A.V. Lvov).

A basement is represented by tectonites of the Main Sayan Fault (rare wavy oblique hatching). Rocks (pillow lavas and hyaloclastites) of the volcano make up the top and eastern slope of Devil's Mountain (frequent cross-hatching). A.V. Lvov assumed that rocks of the volcano lie on pebbles (small ovals and dots), but in natural outcrops, subbasaltic pebbles are not found. In the foreground is a road (a strip with dots).

В вулканической постройке (рис. 7) различаются четыре разновидности пород (Рассказов и др., 2013): 1) субвулканические долериты, 2) субаквальные подушечные лавы и гиалокластиты, 3) субаэральные базальты лавового потока и 4) субвулканические микродолериты (рис. 8).

Субвулканические долериты – средне-крупнозернистые породы массивного сложения, без пор, голубоватого, темно-серого до черного цвета. Преобладает крупно глыбовая

отдельность. Глыбы имеют изометричную форму, размеры – 50–80 см.

Подушечные лавы состоят из стекловатых овальных обособлений размером от 20 до 40 см, нередко резко удлиненной формы. Границы подушек подчеркиваются смоляно-черными периферическими каемками, составляющими первые сантиметры. Скопления подушек перемежаются с землисто-желтым гиалокластитовым материалом (рис. 10). Базальты лавового потока, массивные и пористые, имеют пепельно-серый цвет.

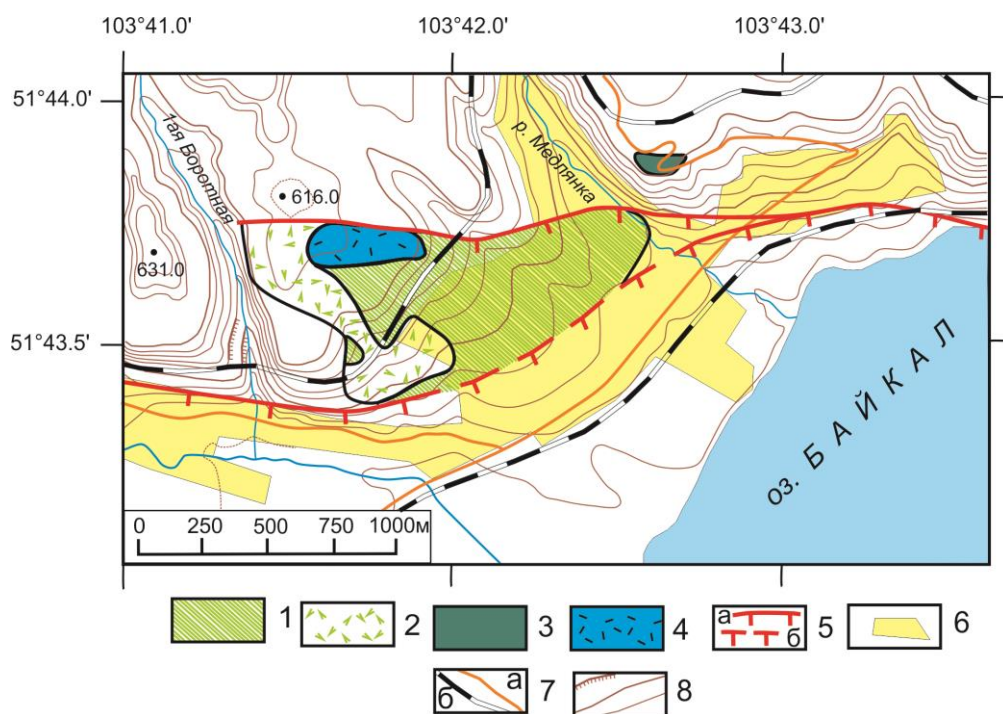


Рис. 7. Схема строения Култукского вулкана (Рассказов и др., 2013).

1–4 – породы вулкана: 1 – субвулканические долериты, 2 – подушечные лавы и гиалокластиты, 3 – субвулканические микродолериты, 4 – базальты лавового потока; 5 – две ветви Обручевского разлома: северная, затухающая в субаквальной части Култукского вулкана, и южная, продолжающаяся в широкую долину р. Култучная и сменяющаяся по простираению активизированным фрагментом Главного Саянского разлома (штрихи направлены в сторону опущенного блока): *a* – часть, выраженная в рельефе, *б* – часть, погребенная под современными склоновыми отложениями; 6 – территория строений пос. Култук; 7 – дороги (*a* – шоссейная, *б* – железная); 8 – горизонтали (через 10 м), крутые обрывы.

Fig. 7. Scheme of the Kultuk volcano structure (Rasskazov et al., 2013).

1–4 – volcanic rocks: 1 – subvolcanic dolerites, 2 – pillow lavas and hyaloclastites, 3 – subvolcanic microdolerites, 4 – basalts of lava flow; 5 – two branches of the Obruchev fault: the northern, fading in the subaquatic part of the Kultuk volcano, and the southern, continuing into the wide valley of the Kultuchnaya River and alternating in extension with a reactivated fragment of the Main Sayan Fault (strokes are directed towards the lowered block): *a* – the part expressed in relief, *б* – the part buried under modern slope sediments; 6 – area of the Kultuk village; 7 – roads (*a* – highway, *б* – iron); 8 – isolines of relief (in 10 m), steep cliffs.



Рис. 8. Фрагмент обнажения подушечных лав, перемежающихся с гиалокластитам, вскрыт в железнодорожной выемке. Различаются наклоненные слои лавового и обломочного стекловатого вулканического материала.

Fig. 8. Fragment of an outcrop of pillow lavas interspersed with hyaloclastis is revealed in a railway notch. There are inclined layers of lava and fragmentary glassy volcanic material.

Подушечные лавы и гиалокластиты имеют видимую мощность в обнажениях не более 10 м. Слабо связанный сыпучий материал образовался в результате подводного излияния базальтовых расплавов и мог служить в качестве термостатирующей крышки для внедрившихся магматических расплавов, обеспечив их полную кристаллизацию в виде малоглубинных долеритовых тел. Подушечные лавы и гиалокластиты слагают вершину Чертовой горы и пологий склон, обращенный в сторону Байкала.

Микродолериты образуют субширотный хребтик в северо-западной части постройки. Протяженность выходов этих пород около 300 м при ширине 50–80 м.

Фрагмент лавового потока обнажен в уступе Обручевского разлома на абсолютных отметках около 600 м в области перехода уступа в пологую «вершинную» часть рельефа. По интенсивному развитию пор в базальтовом слое, свидетельствующем об отделении летучих компонентов при субаэральном извержении, породы этой части вулкана резко отличаются от пород его субаквальной части. Лавовый поток зафиксировал поверхность берега, поднятого по разлому над дном

палео-Байкала. Высота уступа Обручевского разлома в районе пос. Култук составляет 110–115 м.

Продукты подводных извержений Хулугайшинского и Горхонского вулканов в Мондинской впадине

Базальтовые лавы Мондинской впадины изучались В.Н. Лодочниковым (1938, 1941). Им приведена детальная микроскопическая характеристика лав окрестностей села Монды. Здесь, у северного борта впадины, по р. Хулугайша, был впервые описан вулкандиатрема. Н.А. Флоренсовым (1960) и И.В. Беловым (1963) этот вулкан воспринимался как уникальная постройка для территории Прибайкалья. Горными выработками породы вулкана были вскрыты под водно-ледниковыми отложениями на площади 750–550 км². Разведанные запасы желтых туфов (гиалокластитов) составили около 2 млн тонн. Эти породы, исследованные в химической лаборатории треста «Сибгеолнеруд», показали высокую активность, удовлетворяющую требованиям цементной промышленности как для гидравлической добавки, так и для производства цемента на основе базальтового материала. Сплошное распространение туфов прослежено в обнажениях реки на расстояние около 400 м (рис. 10).

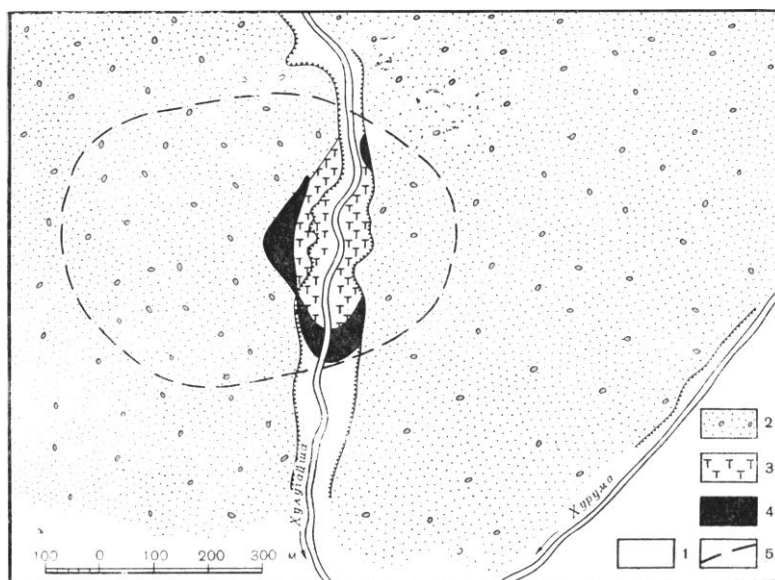


Рис. 10. Схема вулкана Хулугайша в плане по горным выработкам (Белов, 1963).

1 – аллювиальные отложения; флювиогляциальные отложения; 3 – туфы; 4 – базальты; 5 – предполагаемый контур вулкана.

Fig. 10. Scheme of Hulugaisha volcano in plan from mine works (Belov, 1963).

1 – alluvial deposits; 2 – fluvio-glacial deposits; 3 – tuffs; 4 – basalts; 5 – estimated contour of the volcano.



Рис. 11. Обломки пористых базальтов в желтых туфах вулкана Хулугайша.

Fig. 11. Fragments of porous basalts in yellow tuffs of the Hulugaisha volcano.

Буровато-жёлтые, светло-табачные базальтовые туфы (гиалокластиты) слагают вулкан более чем на 90 %. Они не имеют признаков слоистости или изменения крупности отдельных слагающих частиц. Светло-желтовато-зеленоватый базальтовый туф содержит

многочисленные обломки чёрного стекловидного или сильно пористого шлаковидного базальта. Наиболее крупные включения составляют в поперечнике до 2 м (рис. 11).

Мощность буровато-желтых туфов достигает 60 м. Они перекрыты туфами серого до

черного цвета мощностью 7–8 м, содержащими больше пеплового материала и меньше включений вулканического стекла. Серовато-черные туфы перекрыты тонким (0.5–1.8 м) слоем туфа желтого цвета, подобного туфу нижней части разреза. Этот маломощный слой образовался в заключительную стадию взрывной деятельности, после которой последовали излияния базальтовой лавы.

Пласт сильно пузыристых базальтов темно-серого, почти чёрного цвета, залегающий на туфах, имеет мощность 3.2–3.50 м. Выше него снова залегают линзы зеленовато-жёлтых туфов. Черные или тёмно-серые, плотные, слегка пузыристые базальты, залегающие на туфах, видны на северном и южном концах ущелья. Насчитывается 9 потоков мощностью от 1.0 до 4 м. Потоки наклонены на юго-юго-восток под углом от 35 до 60°. Базальты имеют плитчатую, оскольчатую или слабо выраженную столбчатую отдельность. Среди них выделяется поток с

радиально-лучистой отдельностью, по-видимому, выполнявший крупную полость в виде трубы шириной около 20 м и высотой 10–12 м. Видимая мощность базальтов превышает 25 м. На левом берегу наблюдалось небольшое обнажение базальтов с хорошо выраженной столбчатой отдельностью.

В туфы внедрились дайки черных афанитовых базальтов мощностью до 1.5 м. Контакты даек остеклованы. Над базальтовыми дайками местами находятся линзы желто-серого слюдяного песка протяженностью до 40 см. Такие же линзы встречаются в основании туфовой толщи.

По левому берегу р. Хулугайша наблюдались потоки плотных, тёмных базальтов с хорошо выраженной столбчатой отдельностью, перекрывающие гиадокластиты (рис. 12). Вниз по р. Хулугайша туфы сменяются плотными базальтовыми лавами, вскрывающимися в обнажениях обоих берегов реки.

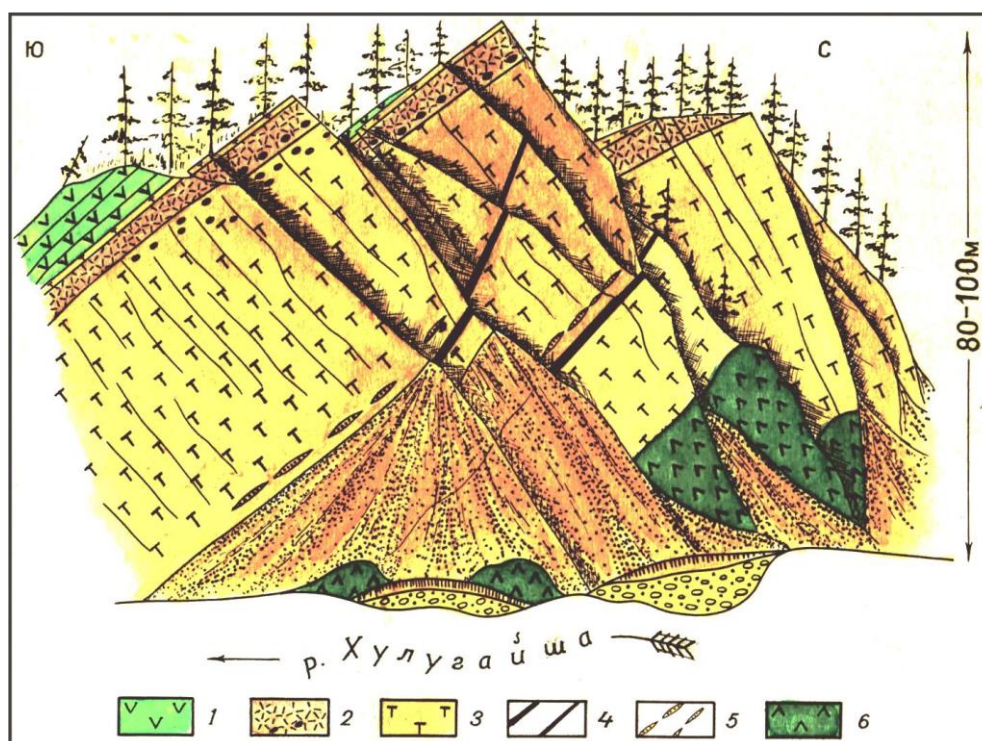


Рис. 12. Субмеридиональный разрез вулкана Хулугайша (Медведев, 1978).

1 – верхние базальтовые потоки; 2 – черный туф; 3 – табачно-желтый туф; 4 – дайки базальтов; 5 – линзы песка; 6 – базальты жерловой фации (некк).

Fig. 12. North-south section of Hulugaisha volcano (Medvedev, 1978).

1 – upper basalt flows; 2 – black tuff; 3 – tobacco-yellow tuff; 4 – basalts; 5 – sand lenses; 6 – basalts of vent facies (nekk).

Желтые туфы, подобные хулугайшинским, обнаружены в основании разреза

лавовой толщи по р. Горхонка в южном борту Мондинской впадины (Медведев, Клейн,

1967). Здесь обнажается покров, состоящий из 7 базальтовых потоков общей мощностью более 50 м. В основании покрова залегает горизонт желтых туфов, насыщенных мелкими и крупными обломками смоляно-черных базальтов и вулканического стекла. Встречаются включения неправильной формы и линзы шлаков, выклинивающихся в сторону впадины. Горизонт желтых туфов выдержан по простиранию и прослежен на расстояние более 0.5 км. Перекрывающие его потоки имеют общий наклон в сторону впадины под углом 10–15°, иногда до 20°.

Подобно подушечным лавам и гиалокластитам Култукского вулкана, буровато-жёлтые гиалокластиты Хулугайшинской и Горхонской вулканических построек формировались при подводных извержениях.

Время подводных извержений вулканов

В Тункинской долине вулканические извержения могли начаться на рубеже олигоцена и миоцена. Достоверные датировки, полученные $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом в Саяно-Хамардабанской области, не превышают 21 млн лет и свидетельствуют о начале вулканизма в раннем миоцене. Начиная с этого времени вулканическая деятельность возобновлялась в разных частях Тункинской долины и завершилась на рубеже эоплейстоцена и неоплейстоцена (около 800-600 тыс. лет назад) (Рассказов и др., 2000).

Для вулканических пород Култукского вулкана и построек сопредельной части Камарской вулканической зоны получен интервал К–Аг и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировок в интервале 18–13 млн лет. Горизонт подушечных лав и гиалокластитов сформировался в начале этого интервала (Рассказов и др., 2010). Следовательно, озерная линза Байкала существовала в районе Култукского вулкана с раннего миоцена.

Вопрос о возрасте вулкана Хулугайша трактовался по-разному. Н.А. Флоренсовым (1960) вулкан Хулугайша считался четвертичным. Н.А. Логачевым (1956) туфы вулкана сопоставлялись с туфогенными верхнеплиоценовыми-нижнеплейстоценовыми кластическими отложениями Тункинской впадины и Еловского отрога. Эти предположения о молодом возрасте вулкана, однако,

не подтвердились. Вулканические породы Мондинской впадины оказались в целом древнее туфогенных кластических отложений Еловского отрога.

Верхнее ограничение возраста вулкана было получено по богатому средне-позднемиоценовому комплексу спор и пыльцы из осадков, перемежающихся с лавами вулкана Хулугайша (Тектоника..., 1973). Угленосные отложения, содержащие богатые спорово-пыльцевые комплексы позднего миоцена, были вскрыты также скважиной в пос. Монды на глубине около 100 м. По наличию осадочных отложений на месте Мондинской впадины предполагалось существование котловины с накопившимися озерными отложениями и излившимися базальтами в среднем-позднем миоцене. Эти оценки времени начала погружения впадины подтвердились также К–Аг-датировкой вулканических пород 15 млн лет (Багдасарьян и др., 1981). Датировки ереванской лаборатории систематически завышали возраст на 1–3 млн лет (Рассказов, Чувашова, 2018), поэтому время извержений оценивается в 15–14 млн лет.

Закключение

Крупные озера Байкал и Хубсугул образовались в тектонических впадинах Байкальской рифтовой системы. Рифтогенез сопровождался вулканизмом вдоль Тункинской долины. Состав продуктов извержений свидетельствует об их субаэральном характере. Продукты подводных извержений (гиалокластиты, подушечные лавы) выявлены только в районах соединения восточного и западного окончаний долины с впадинами озер Байкал и Хубсугул. Култукский вулкан извергался в подводных условиях в раннем миоцене, около 18 млн лет назад, а Хулугайшинский и Горхонский вулканы – несколько позже, в середине миоцена, около 15–14 млн лет назад. Установленные продукты подводных извержений вулканов, наряду с накоплением тонкообломочных отложений, свидетельствовали о существовании в раннем и среднем миоцене водных линз, которые могли принадлежать к формировавшимся в это время озерам Байкал и Хубсугул.

Список литературы

- Аль Хамуд А., Рассказов С.В., Чувашова И.С., Трегуб Т.Ф., Рубцова М.Н., Коломиец В.Л., Будаев Р.Ц., Хассан А., Волков М.А. Опрокинутая эоцен-нижнеплиоценовая аллювиальная толща на южном берегу оз. Байкал и ее неотектоническое значение // Геодинамика и тектонофизика. 2021. Т. 12, № 1. С. 139–156.
- Багдасарьян Г.П., Герасимовский В.И., Поляков А.И., Гукасян Р.Х. Новые данные по абсолютному возрасту и химическому составу вулканических пород Байкальской рифтовой зоны // Геохимия. 1981, N 3. С. 342–350.
- Байкал. Геология. Человек / М.И. Грудинин, И.С. Чувашова (составители). Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. 239 с.
- Белов И. В. Трахибазальтовая формация Прибайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 372 с.
- Круговая А.Н., Снопков С.В. Вулканический нект «Чертова гора» // Байкальское кольцо: Материалы областной научно-практической конференции учащихся. Часть 1. Иркутск, 2007. С. 9–17.
- Логачев Н.А. К геологии базальтов Юго-Западного Прибайкалья // Материалы по изучению производительных сил Бурятской АССР. Вып. 2. Улан-Удэ, 1956. С. 111–130.
- Логачев Н.А. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1974. С. 7–163.
- Лодочников В.Н. О базальтах Юго-Западного Прибайкалья // Советская геология. 1938. № 8. С. 92–103.
- Лодочников В. Н. К геологии базальтов бассейна р. Иркутка // Изв. АН СССР. Серия геол. 1941, № 2. С. 84–102.
- Медведев М.Е. Кайнозойский вулканизм Юго-Западного Прибайкалья и Восточного Саяна. Диссертация на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук, Иркутск, 1978. 216 с.
- Медведев М.Е., Клейн Я.Я. Неотектоника и вулканизм Мондинской впадины // Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья. Вып. 2 (4). Чита, 1967. С. 58–63.
- Рассказов С.В., Чувашова И.С. Вулканизм и трансформация на северо-востоке Байкальской рифтовой системы. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2018. 383 с.
- Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С. и др. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь – Южная и Восточная Азия) // Новосибирск: ВО Наука. Сибирское отделение, 2000. 288 с.
- Рассказов С.В., Саньков В.А., Ружич В.В., Смекалин О.П. Кайнозойский континентальный рифтогенез: Путеводитель геологической экскурсии в Тункинскую рифтовую долину // Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2010. 40 с.
- Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Михеева Е.А., Снопков С.В. Култукский вулкан: пространственно–временная смена магматических источников на западном окончании Южно-Байкальской впадины в интервале 18–12 млн лет назад // Геодинамика и тектонофизика. 2013. Т. 4, № 2. С. 135–168.
- Тектоника и вулканизм юго-западной части Байкальской рифтовой зоны / Шерман С.И., Медведев М.Е., Ружич В.В. и др. М.: Наука, 1973. 136 с.
- Флоренсов Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. Труды Вост.- Сиб. фил. СО АН СССР. Вып. 19. Серия геол. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Шойдонов Чингис,

студент специалитета,

664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

email: chingis01@bk.ru.

Рассказов Сергей Васильевич,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, зав. лабораторией,

664033 Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,

Институт земной коры СО РАН,

664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

зав. кафедрой,
email: rassk@crust.irk.ru.

Shoidonov Chingis,
Student of Specialitet,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
email: chingis01@bk. ru.

Rasskazov Sergei Vasilyevich,
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Laboratory,
664033 Irkutsk, Lermontov Str., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Head of Chair,
email: rassk@crust. irk. ru.
