

УДК 551.2:551, 242:551.3111.6:553.98

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ И ОКРЕМНЕНИЕ ПОРОД В ПРОТРУЗИИ ГРАНИТОИДОВ МАССИВА ТОБХОР (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Ю.Г. Цеховский¹, Т.Ф. Щербакова¹,
А.В. Никитин², И.М. Симанович¹, А.В. Полещук¹

¹Геологический институт РАН, Москва²Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 16.11.10

Рассмотрены процессы формирования тектонически дезинтегрированных гранитоидов, слагающих протрузию в массиве Тобхор (Западное Забайкалье, южный борт Иволгинской впадины). Раскрыты различные формы тектонических преобразований гранитоидов: появление дезинтегрированных разностей, формирование плаща тектонокластитов на поверхности тектонически дезинтегрированных гранитоидов. Установлено, что под воздействием гидро-терм тектонокластиты и частично дезинтегрированные гранитоиды подвергались окварцеванию и литифицировались.

Ключевые слова: Западное Забайкалье, мезозой, тектоническая дезинтеграция, гидро-термальное окварцевание, литификация.

Известно, что при возникновении гранитных протрузий слагающие их породы обычно подвергаются интенсивной дезинтеграции. Подобные тектонически дезинтегрированные гранитоиды (разрыхленные или пористые), залегающие под покровом осадочного чехла, представляют собой благоприятный субстрат для циркуляции подземных вод (нисходящих, инфильтрационных, или восходящих, нередко минерализованных и термальных). Под воздействием подземных вод в этих гранитоидах может усиливаться степень их дезинтеграции. Однако нередко проявляется и противоположный процесс:

из минерализованных вод происходит выпадение вторичных минералов, которые цементируют тектонически дезинтегрированные гранитоиды, способствуя их литификации и превращению в плотные монолитные породы. В статье рассмотрены процессы происхождения и литификации (окварцевания) продуктов тектонически дезинтегрированных гранитоидов в массиве у горы Тобхор, расположенном на территории Западного Забайкалья у южного борта Иволгинской впадины (рис. 1).

Сведения о геологическом строении района

В тектоническом отношении изучаемая территория является фрагментом Центрально-Азиатского складчатого пояса каледонид, структура которых была почти полностью переработана в позднем палеозое — мезозое процессами внутриплитного магматизма и рифтогенеза. Здесь выделяются четыре структурных этажа — каледонский, герцинский, мезозойский и кайнозойский. Наиболее полно на данной площади представлен герцинский структурный этаж. Он образован сложным ансамблем разнопорядковых осадочно-вулканогенных, зонально-метаморфических и plutонических структур. Главными структурами являются Хамар-Дабанский гранитогнейсовый вал и Цаган-Дабанский plutон. Эти структуры представляют собой юго-западный фрагмент Ангара-Витимского батолита. Хамар-Дабанский гранитогнейсовый вал, сложенный поро-



Рис. 1. Местоположение района работ:

1 — южная граница Иволгинско-Удинской депрессии; 2 — крупные разломы; 3 — район работ; впадины Иволгинско-Удинской депрессии: Iа — Иволгинская, Iб — Удинская

дами мигматит-гранитовой формации, вытянут в северо-восточном направлении.

Иволгинско-Удинская депрессия (рис. 1), состоящая из Иволгинской (Ia) и Удинской (Iб) впадин, является крупной мезозойской структурой, заполненной верхнеюрскими и нижнемеловыми отложениями гусиноозерской серии. Она приурочена к системе Гусино-Удинского глубинного разлома. Последний разделяет Хамар-Дабанский гранитоидно-гнейсовый вал и Цаган-Дабанский плутон и представляет собой рифтовый односторонний грабен северо-восточного простирания ($60-70^\circ$). Северный борт депрессии ограничен разломом, имеющим характер пологого ($30-40^\circ$) сброса. Глубина депрессии, по данным ВЭЗ, составляет 1000–1500 м.

Из разрывных нарушений преимущественным развитием пользуются разломы северо-восточного — субширотного и северо-западного направлений. Среди них выделяются главные и второстепенные. Главные разломы, которые определяют границы рифтогенных впадин и глыбовых поднятий, группируются в систему Гусино-Удинского глубинного разлома. По времени заложения многие из этих разломов связаны с мезозойским рифтогенезом, но при этом очевидна унаследованность ими направлений более древних позднепалеозойских структур. С севера Иволгинско-Удинская депрессия отделена от Хамар-Дабанского гранитоидно-гнейсового вала Гильберинским разломом северо-восточного простирания.

В процессе работ изучались гранитоиды, слагающие гору Тобхор, и прилегающие к ней участки холмистой равнины. Гора высотой около 100 м расположена на южном борту Иволгинской впадины (1,5 км восточнее пос. Иволгинск). Здесь прослеживается полоса верхнепермских гранитоидов соготинского комплекса. В его составе наибольшее развитие получают сиениты, кварцевые сиениты и граносиениты. При изучении гранитоидов в районе горы Тобхор было установлено, что они представлены здесь интенсивно дезинтегрированными разностями, которые при картировании (В.С. Платов, А.А. Савченко, В.Г. Терещенков, 2002 г.) относились к коре физического выветривания. Последняя формировалась в предраннемеловую или предпозднеюрскую эпохи.

Установлено, что выветрелые гранитоиды перекрываются толщей обломочных пород (которые относились к продуктам их ближнего перемыва и выделялись в составе верхнеюрской галгатайской свиты), а также нижнемеловыми угленосно-терригенными отложениями гусиноозерской серии. В галгатайской свите в районе проведения работ и на других участках Западного Забайкалья не обнаружено палеонтологических остатков, и ее позднеюрский возраст принимался условно (на основании залегания под нижнемеловыми отложениями).

Обычно дезинтеграцию гранитоидов связывают с процессами физического выветривания, господствовавшего, по данным П.А. Хлыстова и Л.А. Дехтяревой (1970), на территории Западного Забай-

калья в “предраннемеловую или в предпозднеюрскую эпохи”. Однако показано, что тектонические процессы, так же как и выветривание, участвуют в формировании дезинтегрированных пород (Лобанов и др., 1991; Леонов, 2008; Цеховский и др., 2009а, б). Последние в наибольшей мере характерны для гранитных протрузий, где мощности тектонически дезинтегрированных пород могут составлять сотни и первые тысячи метров.

В этой связи отметим, что мощность дезинтегрированных пород в корях физического выветривания обычно не превышает первых десятков метров (Черняховский, 1966). Установлено, что в строении тектонически дезинтегрированных гранитоидов принимают участие не только разрыхленные трещиноватые или гранулированные гранитоиды, но и конечные продукты их преобразований — тектоно-кластиты. Последние внешне похожи на осадочные породы, и в случае их залегания на поверхности гранитных протрузий под осадочным чехлом они нередко ошибочно включаются в его состав.

Однако в настоящее время выявлены многие макро- и микропризнаки, позволяющие различать продукты экзогенной и тектонической дезинтеграции гранитоидов (Цеховский и др., 2009а, б). В частности, в продуктах тектонической дезинтеграции не фиксируются профили с закономерно сменяющимися их элювиальными зонами (характерными для кор химического и физического выветривания), а слагающие их породы, обломки и минеральные зерна подвержены тектоническим преобразованиям. Они фиксируются возникновением горизонтальной или наклонной отдельности (внешне похожей на слоистость осадочных пород), проявлением катаклаза и грануляции, различными деформациями минеральных зерен или обломков, а также заметным отличием в мощностях дезинтегрированных гранитоидов. Последние обычно не превышают нескольких десятков метров в корях физического выветривания (Черняховский, 1966), а в гранитных протрузиях достигают сотен и первых тысяч метров.

В результате проведенных исследований в районе горы Тобхор были получены данные, свидетельствующие о том, что дезинтеграция гранитоидов, а также вышележащих обломочных пород (продуктов их разрушения — аркозовых кластитов, относимых к галгатайской свите) связана с тектоническими процессами. Позже под влиянием наложенных гидротермальных процессов дезинтегрированные гранитоиды и кластиты подверглись процессам окремнения. Ниже охарактеризуем продукты тектонической дезинтеграции гранитоидов и их последующие преобразования.

Гранитоиды соготинского комплекса

В составе гранитоидов установлены две генерации: 1 — сиениты и кварцевые сиениты, 2 — дайки гранитов.

Сиениты и кварцевые сиениты пользуются наибольшим развитием (рис. 2). Они представлены дезинтегрированными — сильнотрещиноватыми, раздробленными и разрыхленными — породами, напоминающими нижние горизонты коры выветривания (рис. 3, а, б). При этом местами они легко распадаются на обломки дресвяно-щебенчатой размерности. Среди характеризуемых пород в форме реликтов встречаются недезинтегрированные или слабодезинтегрированные разности. В строении разреза участвуют также редкие дайки гранитов (мощностью до 1—4 м). Слагающие дайку породы слабо затронуты процессами дезинтеграции (рис. 3, в). На отдельных участках дезинтегрированные сиениты и кварцевые сиениты окремнены под влиянием наложенных процессов и представлены плотными монолитными породами (рис. 3, г).

В шлифах структура реликтов сиенитов и кварцевых сиенитов, не затронутых дезинтеграцией, от мелко- до крупнозернистой, а иногда порфировидная с микротрещинами и небольшими кавернами. Состав: плагиоклаз, калиевый полевой шпат, кварц (5—10%), а также единичные выделения биотита и титаномagnetита. Характерным аксессуарным минералом является сфен, реже отмечаются апатит, циркон, эпидот. Содержание первичного кварца в породах составляет 5—10% или он совсем отсутствует. В породах проявлены метасоматические изменения (альбитовые каемки вокруг плагиоклаза, пертиты распада, мирмециты, пелитизированные зерна полевых шпатов).

Дезинтеграция гранитоидов проявлена в виде катаклаза и появления микротрещин в породах и минеральных зернах. Микротрещины распределяются по контурам зерен полевых шпатов или кварца, а также нередко пересекают некоторые из них (рис. 4, а). Развитие трещин, оконтуривающих ми-

неральные зерна, местами приводит к разрушению породы на обломки, представленные зернами полевых шпатов в сиенитах или кварцем и полевыми шпатами в кварцевых сиенитах (рис. 4, б). В шлифах размер обломков наиболее часто варьирует от $0,2 \times 0,3$ до $3,7 \times 2,5$ мм и реже до 7×6 мм. Отмечаются также и более крупные обломки исходных пород. Их форма разнообразная — изометричная, неправильная, прямоугольная, трапецевидная. Ограничения: полигональные, неровные или мелкозубчатые и реже частью угловатые, частью округлые, а иногда полностью округлые.

Наблюдаются также зоны дробления (рис. 4, в) и местами частичного перетирания пород. При этом минеральные зерна поворачиваются и перемещаются относительно друг друга. В результате наряду с угловатыми обломками появляются их округлые разности (рис. 4, г). Мелкие обломки заполняют пространство между более крупными, а также бывают погружены в тонкоизмельченный и перетертый пелитизированный полевошпатовый или кварц-полевошпатовый материал алевроитовой размерности. При наложенном окремнении этот цемент в большинстве случаев метасоматически замещается кварцем. Отмечаются и трещинки в зернах полевых шпатов, вдоль которых они раздроблены. Однако тонкое дробление и перетирание минеральных зерен в рассматриваемых породах проявляются эпизодически.

Полевые шпаты, как правило, пелитизированы (рис. 4, д). Мелкие обломки кварца (часто неправильной, иногда остроугольной или округлой формы) имеют спокойное угасание и не несут следов деформаций. Пластинки биотита нередко изогнуты и перемяты (рис. 4, е). Отмечаются также округлые (обдавленные) крупные зерна сфена.

В зонах дробления среди трещиноватых пород встречаются участки с обломками псефитовой или псаммитовой размерности (продуктами разрушения сиенитов и кварцевых сиенитов), цементом в которых служат тонко перетертые продукты разрушения исходных пород. Под влиянием наложенных гидротермальных процессов на отдельных локальных участках возникают окремненные разности (рис. 4, г), которые будут рассмотрены ниже.

В сиенитах присутствуют редкие маломощные (толщиной до нескольких метров) субвертикальные дайки гранитов. При этом большинство слагающих их минеральных зерен не имеет кристаллографических ограничений. Они состоят из плагиоклаза, калиевого полевого шпата и кварца (20—30%); в них также присутствуют единичные пластинки биотита. Зерна имеют размер менее 1 мм. Полевые шпаты обычно пелитизированы. Кварц не несет следов пластических или хрупких деформаций (спокойное угасание). В породах и минеральных зернах проявляются трещинки, а также отмечаются зачаточные (тонкие) зонки дробления, секу-

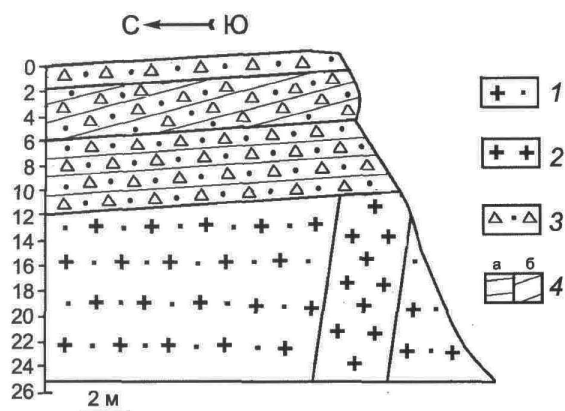


Рис. 2. Разрез гранитоидов соготинского комплекса и перекрывающей их толщи галгатайских кластитов на южных склонах горы Тобхор. Гранитоиды соготинского комплекса:

1 — сильно дезинтегрированные сиениты и кварцевые сиениты, местами окремненные; 2 — дайка гранитов; 3 — песчано-дресвяные окремненные кластиты галгатайской толщи; 4 — ориентировка тонкой отдельности в окремненных кластитах (а — горизонтальная, б — наклонная)

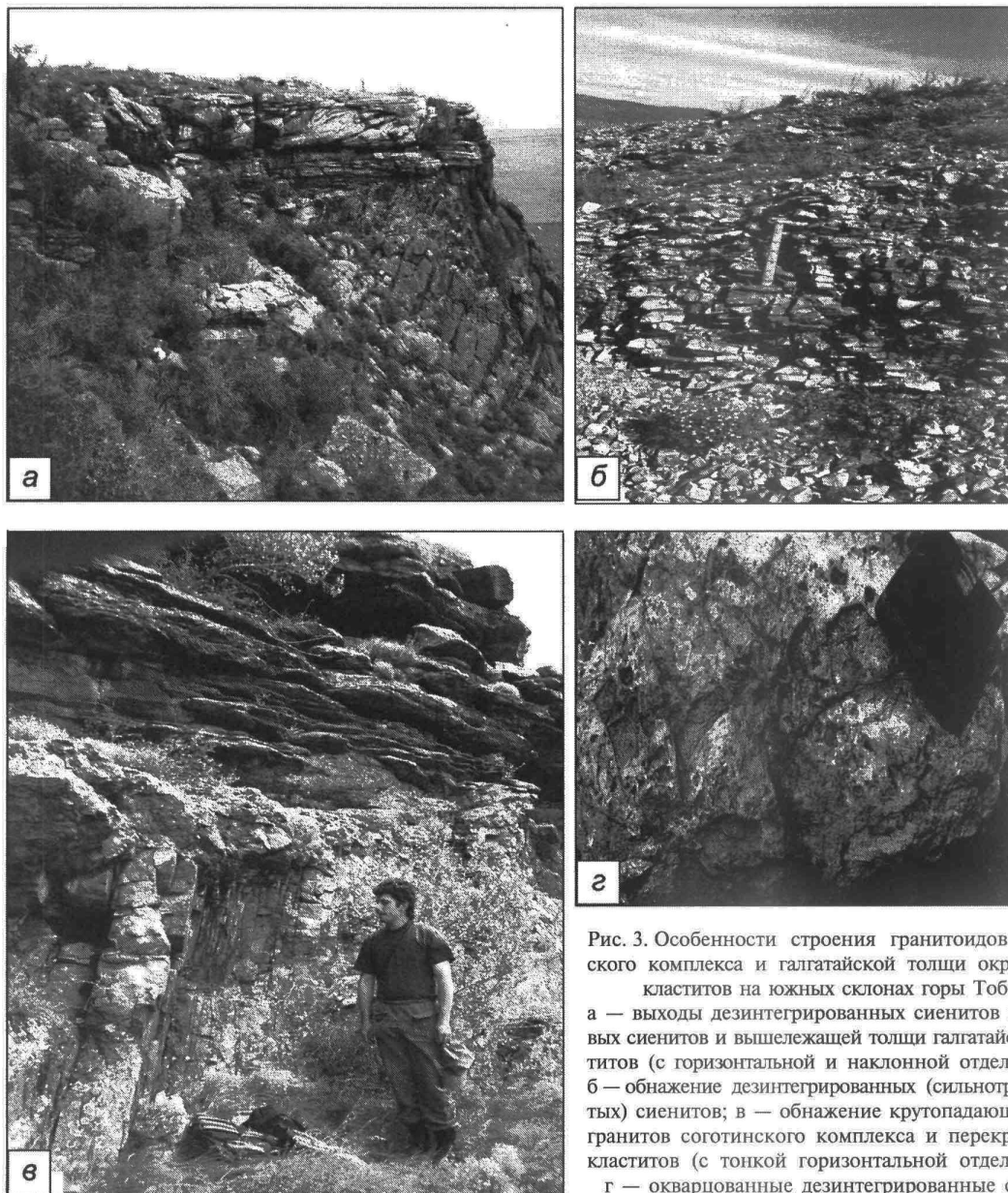


Рис. 3. Особенности строения гранитоидов соготинского комплекса и галгатайской толщи окремненных кластитов на южных склонах горы Тобхор:
 а — выходы дезинтегрированных сиенитов и кварцевых сиенитов и вышележащей толщи галгатайских кластитов (с горизонтальной и наклонной отдельностью);
 б — обнажение дезинтегрированных (сильнотрещиноватых) сиенитов; в — обнажение крутопадающей дайки гранитов соготинского комплекса и перекрывающих кластитов (с тонкой горизонтальной отдельностью);
 г — окварцованные дезинтегрированные сиениты

шие как кварцевые, так и полевошпатовые зерна. Однако в целом можно считать, что процессы дезинтеграции в дайковых гранитах практически не проявились.

Галгатайская свита

Галгатайская свита, представленная окремненными обломочными породами — кластитам (рис. 2), бронирует выровненную поверхность горы Тобхор (размером 1 на 0,5 км), а также слагает здесь ряд эрозионных останцов (рис. 5, а). Отложения свиты с четким контактом залегают на подстилающих дезинтегрированных гранитоидах соготинского комплекса и представлены обломочными продуктами их разрушения, имеющими различный размер облом-

ков и сцементированными кремнистым цементом (рис. 5, б, в, г, д, е). Наиболее представительные разрезы отложений галгатайской свиты (с видимой мощностью до 12—15 м) обнажаются на южных крутых склонах горы Тобхор.

Кластиты, как и подстилающие гранитоиды, имеют розовую или красноватую окраску и залегают моноклинально с пологими (10—12°) углами падения по направлению к центральной части Иволгинской впадины. Вдоль западных склонов впадины отмечаются участки с крутыми (до 50°) углами падения пород. Небольшие обнажения галгатайских кластитов установлены также восточнее горы Тобхор, на прилегающей равнине. На северных пологих склонах горы их фрагменты вскрываются в неглубоких эрозионных врезках, где они с резким

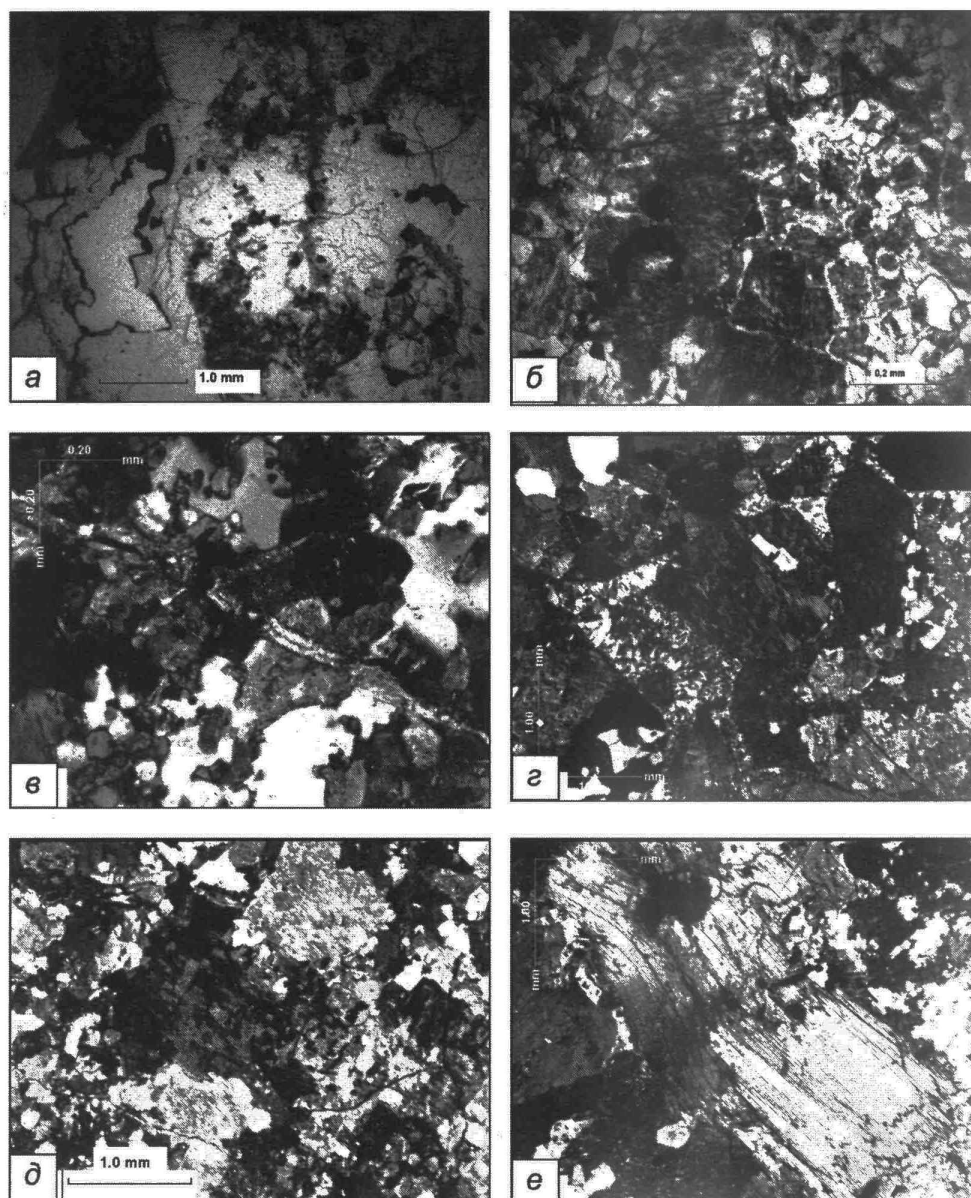


Рис. 4. Фотографии шлифов дезинтегрированных сиенитов и кварцевых сиенитов (а, б — без анализатора; в, г, д, е — с анализатором):

а — формы трещин в породе; б — кварцевые сиениты, раздробленные на составляющие минеральные зерна полевых шпатов и кварца; в — секущая зонка дробления и перетирания породе; г — повернутые и округлые зерна кварца, сцементированные вторичным кристаллизационным кварцем; д — пелитизированные зерна полевых шпатов; е — деформированная пластинка биотита

размывом и угловым несогласием перекрываются четвертичными отложениями.

Севернее, в прибортовых разрезах Иволгинской впадины, мощность обломочных пород галгатайской свиты (по данным бурения) возрастает до 38 м. Здесь (В.С. Платов и др., 2002 г.) они представлены плотными гравийными конгломератами с прослоями песчаников. В керне одной из скважин установлено налегание на галгатайские отложения пород убукунской свиты, входящей в состав нижнемеловой гусиноозерской серии.

На первый взгляд обломочные породы, относимые к галгатайской свите, похожи на осадочную толщу окремненных терригенных пород с горизонтальной или косой слоистостью (рис. 3, а, в). В их составе доминируют дресвяники, реже встречаются линзы песчаников и брекчий и местами отмечаются конгломераты. Однако при детальном изучении выявляются необычные черты их строения. Прежде всего — это крайне плохая окатанность большинства обломков, отсутствие сортировки и ориентировки (рис. 5, б, в, г, д). Лишь изредка встречаются

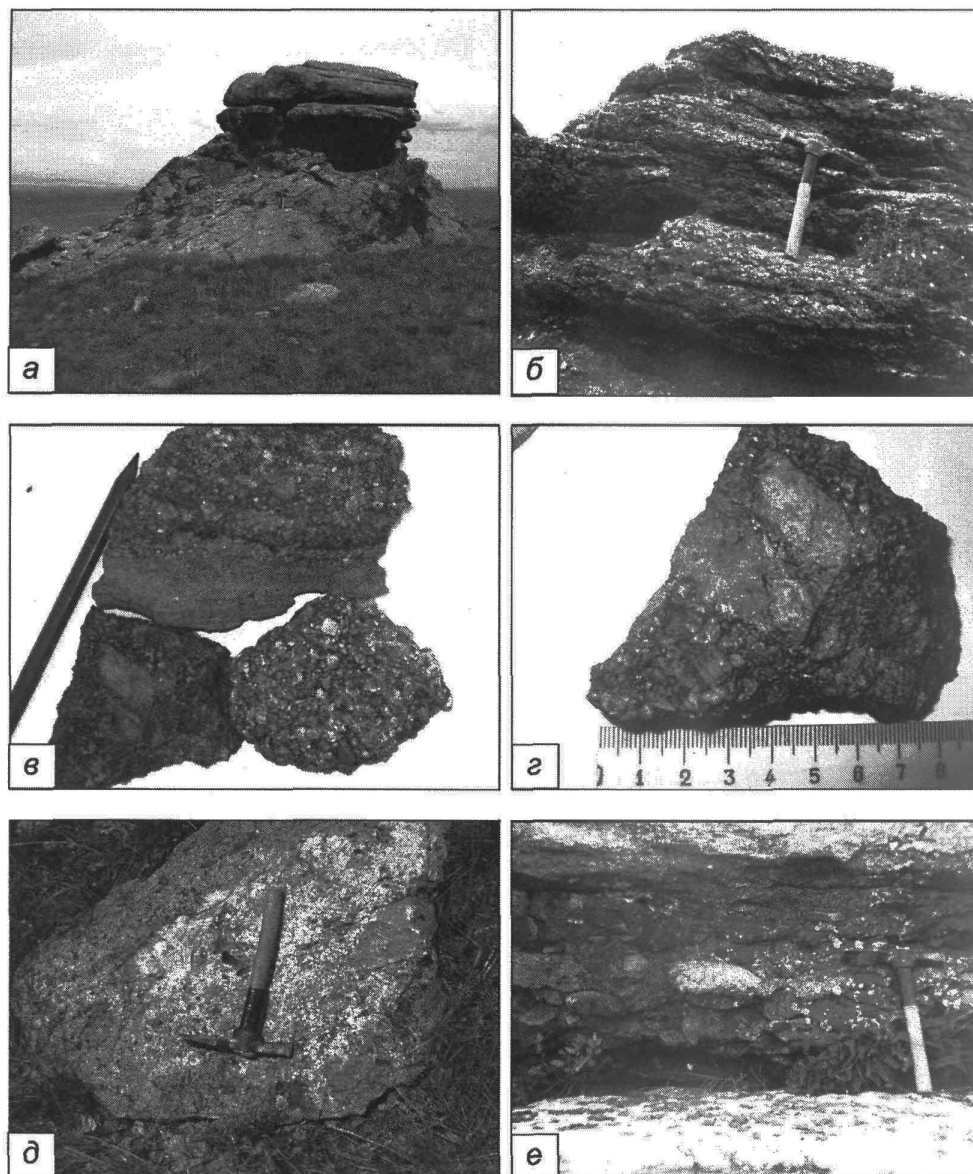


Рис. 5. Обнажения галгатайской толщи окремненных кластивов и образцы ее псевдоосадочных пород: а — останец галгатайской толщи кластивов (с горизонтальной отдельностью), бронирующий дезинтегрированные гранитоиды; б — пачка дресвяников с горизонтальной отдельностью; в — песчаник с горизонтальной отдельностью; г — дресвяник с включением щебня; д — дресвяник; е — конгломерат

линзы конгломератов с округлыми, иногда горизонтально ориентированными обломками (рис. 5, е). В целом для большинства пород характерно хаотичное распределение обломков и частое присутствие среди песчаников или дресвяников грубых обломков, как бы плавающих в породе.

Широко развита тонкоплитчатая, горизонтальная и косая отдельность, которая ошибочно принимается за слоистость. В отличие от последней отдельность часто не подчеркивает наличие пластов, имеющих различный гранулометрический состав, а распределена в них произвольно. Следует отметить, что отмеченные выше плитчатое строение и

отдельность проявляются в породах не повсеместно. В характеризуемых кластитах нередко встречаются участки, где они отсутствуют.

Состав обломков в кластитах однородный. Как и подстилающие гранитоиды, они состоят преимущественно из сиенитов или кварцевыми сиенитами, а также гранитами. При этом обломки гранитов представлены более крепкими и прочными разновидностями (по сравнению с обломками сиенитов). Среди крупнообломочных пород размер обломков обычно не превышает 5–8 см, и лишь изредка их размер достигает 10–15 см. Как правило, крупные обломки сцементированы глинисто-дресвяно-пес-

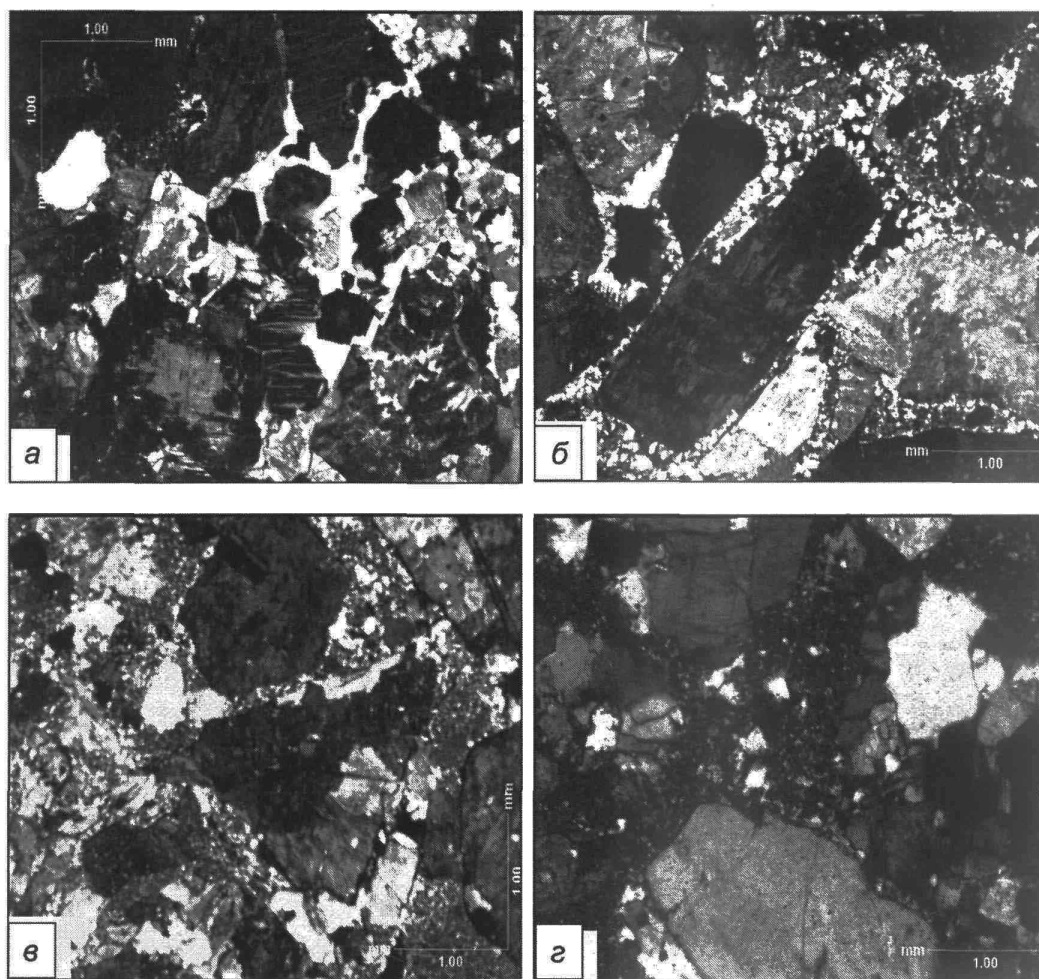


Рис. 6. Фотографии шлифов пород из галгатайской толщи кремненных кластитов (с анализатором): а — минеральные зерна сиенитов (с четко выраженными гранями), сцементированные кварцевым цементом; б — зерна полевых шпатов с различной степенью округления, сцементированные крустификационным кварцем; в — угловатые пелитизированные обломки сиенита, сцементированные окремненным алевроитово-глинистым матриксом (с выделениями вторичного кварца в форме мелких зерен или удлиненных образований с неровными ограничениями); г — плохая сортировка обломочных зерен

чаным материалом, в той или иной мере окремненным под влиянием наложенных процессов.

Следует подчеркнуть, что в кластитах отсутствуют палеонтологические остатки, а также углистые породы или включения углефицированного растительного детрита (характерные для нижнемеловых терригенных пород вышележащей гусиноозерской серии). Известно (Скобло и др., 2001), что в Западном Забайкалье не только в раннем мелу, но и на протяжении юры господствовал теплый влажный климат, способствующий обильному произрастанию растительности, реликты которой в том или ином объеме практически повсеместно захоронились в осадках.

В шлифах из галгатайских кластитов проявлены многие признаки, в зачаточной форме отмеченные в гранитоидах соготинского комплекса. Наибольшая часть обломков представлена минеральными зернами песчано-дресвяной размерности, а также

более крупными обломками гранитоидного состава. После их возникновения (при дроблении гранитоидов) минеральные зерна или обломки пород под влиянием тектонических процессов испытывали перемещение и смешались относительно друг друга. Это и привело к формированию характеризующей толщи кластитов с хаотичным распределением обломков, породы которой испытали окремнение под влиянием наложенных процессов.

В строении кластитов присутствуют минеральные кристаллические зерна с четкой огранкой (рис. 6, а) полевых шпатов, реже кварца, а также возникшие при их вращении, перемещении и обдавливании частично или полностью округленные разности (рис. 6, б). Встречаются и раздробленные остроугольные более крупные обломки сиенитов (рис. 6, в). При значительном перемещении обломочного материала сформировался обогащенный дресвой песчаник, похожий на осадочную породу (рис. 6, г).

Отличительной особенностью галгатайских клас-титов является практически полное отсутствие сортировки слагающих их обломков, что видно как в образцах, так и в шлифах. В них среди более тонкодробленого или перетертого материала часто присутствуют “плавающие” крупные обломки. Цемент состоит из материала исходных гранитоидов, окремненного под воздействием наложенных процессов. При этом вторичный кварц нередко полностью замещает исходный матрикс (рис. 6, а, б).

Важная особенность галгатайских клас-титов — появление инородных обломков среди продуктов разрушения гранитоидов. Они представлены алевролитами, песчаниками, изредка эффузивами, участвующими в строении нижнемеловых пород.

В результате тектонического перемещения обломки гранитоидов иногда округляются и образуют линзы псевдоконгломератов (рис. 5, е). Иногда среди них встречаются сферические шарообразные разности диаметром 4—8 см, погруженные в дресвяно-песча-

ный матрикс. Округление обломков в процессе их тектонического перемещения отмечается в публикациях для ряда регионов (Беляков, 1982; Леонов, 2008).

Окремнение дезинтегрированных гранитоидов и клас-титов

Особенностью изученных продуктов тектонической дезинтеграции и разрушения гранитоидов является их окварцевание под воздействием наложенных гидротермальных процессов. Данный процесс локально проявлен в дезинтегрированных сиенитах и кварцевых сиенитах и широко (практически повсеместно) представлен в галгатайских клас-титах. В последних вторичный кварц вместе с песчано-глинистым матриксом цементирует обломки пород; при этом он нередко метасоматически замещает тонкотерригенный исходный матрикс.

Формы выделения вторичного кварца разнообразны. Он заполняет пространство между зернами

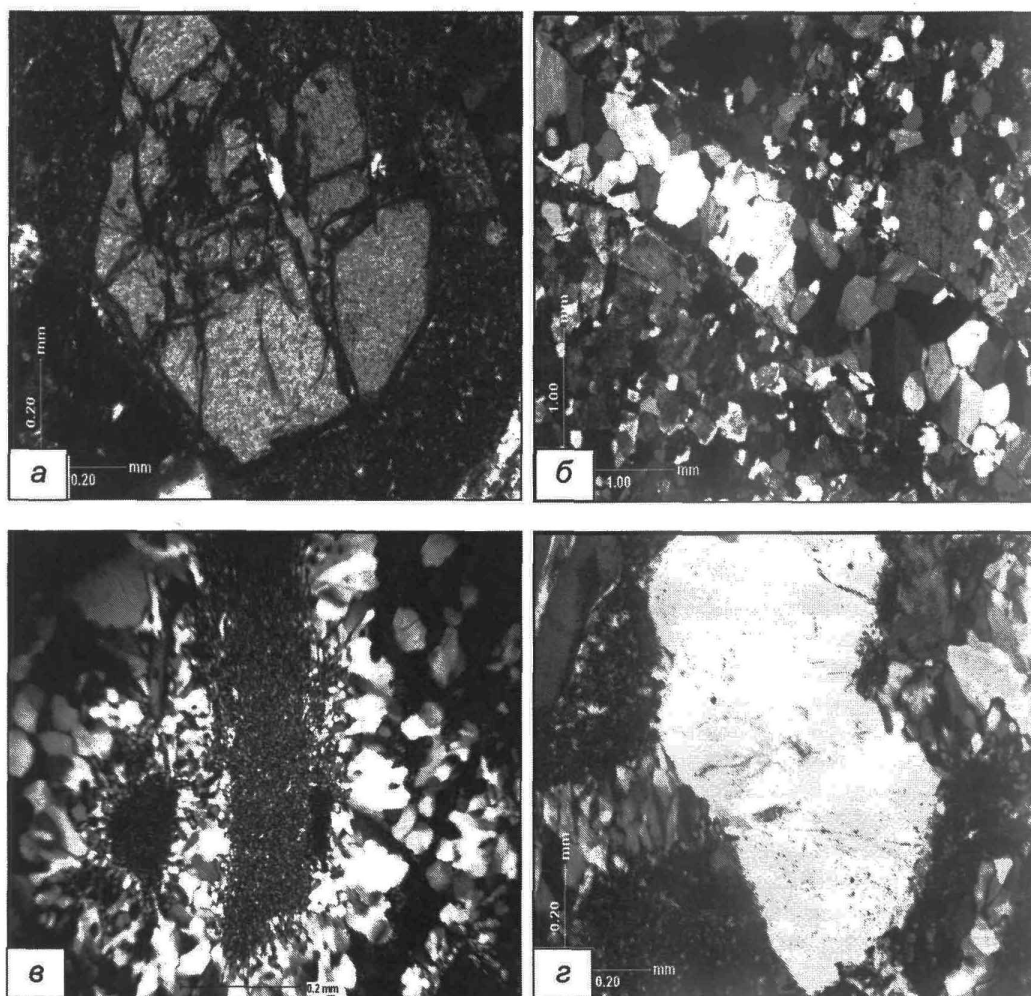


Рис. 7. Формы выделения вторичного кварца в шлифах пород из галгатайской толщи окремненных клас-титов (с анализатором):

а — трещиноватое зерно сфена с мелким прожилком кварца; б — крупный прожилок кварца в тонкообломочной породе; в — выделение крустификационного кварца; г — крупное зерно вторичного кварца, разрывающего кварцевый прожилок

(рис. 6, а, б), образует мелкие кристаллы (часто неправильной или удлиненной формы, рис. 6, в, г) или их скопления, пятнами неравномерно распределенные в породе; образует прожилки в обломках (рис. 7, а) или матриксе (рис. 7, б), а также крустификационные каемки (рис. 7, в); заполняет каверны или встречается в форме крупных единичных кристаллов (рис. 7, г).

Кроме того, в шлифах видно, что процессы окремнения проявлялись в породах прерывисто и неоднократно. В наиболее ранней их генерации формировались мелкие кристаллы или прожилки в обломках; позже возникали крустификационные каемки обрастания вокруг разных форм выделения кварца ранней генерации; и, вероятно, в последнюю очередь появлялись крупные, рассеянные в породе единичные кристаллы размером до 1,5 мм.

Субсинхронно с окремнением галгатайских кластитов в них местами происходило формирование флюорита, который обнаружен в образцах из обнажений на северных склонах горы Тобхор. В этой связи отметим наличие в рассматриваемом регионе, к юго-востоку от района наших работ, Иволгинского месторождения флюорита. Последний (по данным В.С. Платова, В.Г. Терещенко и А.А. Савченко, 2002 г.) приурочен к кварц-флюоритовым жилам, секущим зону дробления гранитоидов соготинского комплекса и породы галгатайской свиты.

Происхождение и преобразования продуктов тектонической дезинтеграции гранитоидов

Результаты проведенных нами исследований дезинтегрированных гранитоидов и вышележащей толщи галгатайских кластитов в районе горы Тобхор не позволяют считать их продуктом коры выветривания. В них отсутствуют перечисленные ранее признаки, характерные для элювиальных образований, а строение и состав свидетельствуют о преобразованиях гранитоидов под воздействием тектонических процессов. К числу последних относятся: катаклиз (с последующим распадом на минеральные зерна, сохраняющие ограничения первичных кристаллов), появление зон дробления и перетирания, разворот и перемещение обломков с возникновением округлых разностей, образование псевдоосадочных обломочных пород. Последние в дезинтегрированных гранитоидах встречаются локально (в форме линз). Слагающие их обломки практически оставались на месте образования (нередко подвергаясь разворачиванию и округлению) или испытывали очень небольшое перемещение.

В породах, относившихся предшественниками к галгатайской свите, продукты тектонического разрушения дезинтегрированных гранитоидов представлены толщей псевдоосадочных обломочных пород — тектонокластитов. Для последних характерно хаотичное расположение обломков, а также отсутствие

сортировки и слоистости (которая подменяется плитчатой отдельностью). Локально выраженное округление обломков осуществлялось не в результате транспортировки в наземных водотоках, а в процессе их тектонического перемещения. Кроме того, в них попадали обломки алевролитов, песчаников, эффузивов из вышележащих нижнемеловых отложений гусиноозерской серии.

Возникновение на поверхности дезинтегрированных гранитоидов плаща галгатайских кластитов (погружающихся под нижнемеловые отложения гусиноозерской серии и имеющих с ней аналогичные элементы залегания) позволяет принять протрузивную модель их образования. Подобная модель была охарактеризована ранее для Дзурумтайского массива гранитоидов (Цеховский и др., 2009а).

В настоящее время участие тектонических процессов в формировании разрыхленных дезинтегрированных гранитоидов привлекает внимание многих авторов, так как с этими породами связаны крупные месторождения нефти и газа (Арешев и др., 1997; Гаврилов и др., 1995; Леонов и др., 2008). Отмечается (Осипов, 1974), что дезинтеграция пород (появление трещин и пустот) начинается при остывании гранитоидов (контракционная усадка); однако она резко усиливается в процессе формирования протрузий, когда происходит реидное течение пород (Леонов, 2008; Цеховский и др., 2009а).

Дальнейшее менее интенсивное преобразование продуктов тектонической дезинтеграции осуществляется при воздействии инфильтрационных или термальных вод. Следует подчеркнуть, что в кристаллическом фундаменте участки развития тектонически разрыхленных гранитоидов выделяются на фоне окружающих их плотных массивно-кристаллических пород. При этом наличие дезинтегрированных гранитоидов благоприятствует циркуляции в них подземных вод. Последние могут растворять минеральные индивиды и сообщества, увеличивать пористость пород и способствовать их разрыхлению. Завершающей стадией процессов дезинтеграции гранитоидов (в случае их эксгумации) являются процессы поверхностного выветривания, которые затрагивают лишь небольшие объемы пород в кровле массивов.

Однако наложенные процессы не всегда усиливают дезинтеграцию пород. В случае циркуляции через них минерализованных подземных вод и осадения из них минеральных компонентов происходит цементация пород и их литификация. При этом возникают гидротермальные рудные месторождения, в которых синхронно с рудообразованием происходит выпадение минералов кремнезема или карбонатов.

Выше отмечалось, что в характеризуемом регионе в пределах Иволгинского месторождения гидротермальные кварц-флюоритовые жилы пересекают гранитоиды соготинского комплекса и обломочные породы галгатайской толщи. В районе наших исследований подобные жилы не наблюдаются. Од-

нако здесь в дезинтегрированных гранитоидах отмечаются субвертикальные зоны или линзы окварцованных пород, а в галгатайской толще тектонокластитов (образующих пластообразное тело на поверхности гранитоидов) гидротермальный кварц цементирует обломки. При этом в отдельных образцах в кварцевом цементе отмечаются и выделения флюорита.

По данным В.Б. Курносова и др. (2004) осаждение минералов кремнезема (опала, халцедона, кварца) из растворов и связанные с ним различные формы окремнения пород являются характерной чертой современных и древних процессов наземного гидротермального литогенеза в областях наземного вулканизма. Детально эти процессы описаны для четвертичных базальтов Исландии (Гептнер, Петрова, 1996). Минералы кремнезема представлены здесь первичным опалом, а также халцедоном и кварцем. Установлено метасоматическое замещение плагиоклаза кварцем. Показано, что и в настоящее время в упомянутом регионе происходит формирование колломорфных выделений опала из горячих вод гейзеров. При этом в местах сильного прогрева пород (зонах внедрения даек) первичные формы выделения кремнезема представлены кварцем. Установлено, что окремнение осуществлялось здесь прерывисто и неоднократно. В базальтах минералы кремнезема образуют прожилки, заполняют поры или пустоты, а также кварц метасоматически замещает плагиоклазы.

Можно отметить определенные черты сходства процессов окремнения в массиве гранитоидов Тобхор и в базальтах Исландии: жильная и поровая формы выделения минералов, прерывистость минералообразования, метасоматическое замещение кварцем полевых шпатов.

За пределами вулканических областей в ряде публикаций (Муравьев и др., 1997; Холодов и др., 1995; Цеховский, 2004) описаны процессы гидротермального окремнения обломочных пород платформенного осадочного чехла. Установлено, что окремнение приурочено не только к субвертикальным жилам (кластическим дайкам), но и к линзовидно-пластовым обломочным породам, называемым кварцитовидными песчаниками. Последние широко развиты в разрезах палеогена на территории Западного Казахстана, Поволжья и ряда других регионов. Минералы кремнезема в составе цемента этих пород представлены преимущественно опалом, халцедоном, иногда с примесью люссатита, а также регенерационного кварца.

С учетом изложенных данных характеризуемая пластообразная галгатайская толща пород, изученная в районе горы Тобхор, может рассматриваться как своеобразная (дресвяно-песчаная) разновидность кварцитовидных песчаников. Она возникла на поверхности гранитоидов при их тектонической дезинтеграции с последующим гидротермальным окремнением пород. Однако описываемые окрем-

ненные кластиты отличаются от палеогеновых кварцитовидных песчаников размером и формой обломков, плохой их окатанностью и сортировкой, однотипным аркозовым составом обломочного материала и наличием кварца в цементе.

На северных склонах горы Тобхор галгатайская толща с размывом перекрывается четвертичными отложениями, и поэтому ее полная мощность осталась невыясненной. Однако, по данным бурения в южном (прибортовом) участке Иволгинской впадины, полная мощность галгатайской толщи (перекрытой нижнемеловыми отложениями) достигает 38 м. Здесь она залегает на гранитоидах соготинского комплекса и перекрывается нижнемеловыми отложениями убукунской свиты, слагающей нижнюю часть нижнемеловой гусиноозерской серии. Отмечается, что в керне скважин галгатайская толща представлена продуктами разрушения и переотложения гранитоидов соготинского комплекса — плотными гравийными конгломератами с линзами песчаников. Хотя вскрытые скважиной породы и похожи на охарактеризованные тектонокластиты, обнажающиеся в районе горы Тобхор, но для однозначного решения вопроса об их тектоническом или осадочном происхождении пока недостаточно фактического материала.

По данным геолого-съемочных работ (В.С. Платов и др., 2002 г.), породы галгатайской свиты (во многом похожие на изученные у горы Тобхор) образуют узкую полосу разрозненных обнажений вдоль южного борта Иволгинско-Удинской депрессии. Они (как и в районе горы Тобхор) залегают на дезинтегрированных гранитоидах соготинского комплекса и представлены грубообломочными или тонкообломочными породами. Состав обломков идентичен соготинским гранитоидам; однако изредка среди них отмечаются обломки и других пород. Обломки обычно слабо сортированы и плохо окатаны; в составе кремнистого цемента установлен крупнофракционный кварц. Породы обычно плотные (сильнолитифицированные); в них не встречаются включения обугленной древесины, углистые породы и палеонтологические остатки; они имеют преимущественно розовые или красноватые окраски (как и подстилающие гранитоиды). В одном из участков в строении свиты участвуют трахибазальты.

Из приведенного описания очевидны многие общие черты строения и состава охарактеризованной толщи тектонокластитов у горы Тобхор (видимой мощностью 15 м) и пород галгатайской свиты, развитых за пределами исследуемого района на территории Западного Забайкалья (максимальной мощностью до 150 м). Однако вопрос о возможном осадочном, тектоническом или смешанном происхождении этих пород требует самостоятельного решения (не только для различных впадин, но и для их отдельных участков).

Выводы

1. Доказано, что дезинтеграция гранитоидов, которая предшественниками связывалась с процессами выветривания, была обусловлена тектоническими процессами, что подтверждается особенностями их строения и характерными макро- и микропризнаками.

2. Толща кластитов (перекрывающих гранитоиды, не содержащих палеонтологических остатков и относящихся к верхнеюрской галгатайской свите) имеет тектоническое происхождение. Она возникла на контакте с нижнемеловым осадочным чехлом при его “протыкании” куполом гранитной протрузии и состоит из продуктов разрушения гранитоидов с механическим включением нижнемеловых пород.

3. Под влиянием наложенных гидротермальных процессов дезинтегрированные гранитоиды и перекрывающие их кластиты подвергались окремнению (повсеместно проявившемуся во вторых и локально затронувших первые).

4. Окременные галгатайские кластиты в районе образуют крепкий панцирь на поверхности дезинтегрированных гранитоидов и защищают их от современных процессов выветривания.

Таким образом, установлено, что продукты тектонической дезинтеграции гранитоидов могут служить не только газово-нефтяными ловушками и хранилищами пресных вод. Они также представляют собой благоприятную среду для циркуляции подземных вод (нисходящих, инфильтрационных, и вос-

ходящих, нередко минерализованных и термальных). В последнем случае из гидротермальных растворов выпадают вторичные минералы, способствующие литификации пород.

К числу вторичных минералов относятся не только кварц и флюорит (как показано в статье). Вероятно, они могут быть представлены и полезными компонентами, образующими не только коренные месторождения (например, касситерита, золота и др.), но и россыпи. Последние могут формироваться и при перемыве продуктов тектонических преобразований гранитоидов, обогащенных рудными минералами (Цеховский, 2010). Однако в настоящее время проблема литификации тектонически дезинтегрированных гранитоидов и возможного формирования в них рудных месторождений остается слабо разработанной и нуждается в постановке дополнительных исследований.

Авторы выражают признательность сотрудникам Бурятгеоцентра Г.П. Потрахиной, Ю.П. Гусеву, В.С. Платову, А.А. Савченко и Т.Ф. Явирской за помощь в проведении полевых работ и ценные консультации. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-05-00852) и Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 9 (проект “Структуры и тектоническая эволюция платформ и подвижных поясов на стадиях формирования чехла и внутриплитной активизации”).

ЛИТЕРАТУРА

- Арешев Е.Г., Гаврилов В.П., Донг Ч.Л. и др. Геология и нефтегазоносность фундамента шельфа Зондского шельфа. М.: Нефть и газ, 1997. 288 с.
- Беляков Л.В. О контрузиях и контрузивных обломочных породах на примере подвижных поясов Перу и Тянь-Шаня // Подвижные пояса и месторождения. М.: УДН, 1982. С. 44–76.
- Гаврилов В.П., Дзюбло Ф.Д., Поспелов В.В., Шнип О.А. Геология и нефтегазоносность фундамента шельфа Южного Вьетнама // Геология нефти и газа. 1995. № 4. С. 25–29.
- Гептнер А.Р., Петрова В.В. Кремнистые минералы в базальтах Исландии: состав, условия образования // Литол. и полез. ископ. 1996. № 1. С. 32–43.
- Курносое В.Б., Гептнер А.Р., Петрова В.В. Гидротермальный литогенез // Осадочные бассейны: методика изучения, строение, эволюция. М.: Научный мир, 2004. С. 272–306.
- Леонов М.Г. Тектоника консолидированной коры. М.: Наука, 2008. 454 с.
- Леонов М.Г., Морозов Ю.А., Никитин А.В. Постумная тектоника и механизм эксгумации гранитных массивов (на примере Прибайкалья и Тянь-Шаня) // Геотектоника. 2008. № 2. С. 3–31.
- Лобанов М.П., Сизых В.И., Синцов А.В., Стрелюк Т.Л. Эндогенные кластиты — новый механохимический тип псевдоосадочных пород при тектонических деформациях (на примере Байкальского и Непского мегагидролов) // Докл. АН. 1991. Т. 319, № 5. С. 1178–1182.
- Муравьев В.И., Цеховский Ю.Г., Каледа К.Г. и др. Процессы окремнения в палеогеновых песчаниках Восточно-Европейской платформы // Литол. и полез. ископ. 1997. № 2. С. 150–162.
- Осипов М.А. Контракция гранитоидов и эндогенное минералообразование. М.: Наука, 1974. 158 с.
- Скобло В.М., Лямина Н.А., Лузина Л.В. Континентальный верхний мезозой Прибайкалья и Забайкалья. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 329 с.
- Хлыстов П.А., Дехтярева Л.А. Основные этапы мезозойско-кайнозойского выравнивания и корообразования в Западном Забайкалье // Мат-лы по геол. и полез. ископ. Бурятской АССР. Вып. 13. Улан-Удэ: Бурятское книж. изд-во, 1970. С. 50–57.
- Холодов В.Н., Реймов М.Р., Дойникова О.А. О классических дайках Северного Приаралья // Литол. и полез. ископ. 1995. № 2. С. 104–123.
- Цеховский Ю.Г. Литогенез в зонах активизации тектонического режима // Осадочные бассейны: методика изучения, строение, эволюция. М.: Научный мир, 2004. С. 245–267.
- Цеховский Ю.Г. Тектоническая дезинтеграция гранитоидов в связи с проблемой образования россыпей // Мат-лы XIV Междунар. совещ. по геол. россыпей и месторожд. кор выветривания. Новосибирск: Апельсин, 2010. С. 697–701.
- Цеховский Ю.Г., Леонов М.Г., Никитин А.В. и др. Псевдоосадочные обломочные породы массива Дзурам-

тай (Южная Монголия) // Литол. и полез. ископ. 2009а. № 3. С. 312—328.

Цеховский Ю.Г., Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С. и др. Признаки экзогенной и тектонической дезинтеграции гранитоидов // Геодинамическая эволюция лито-

сферы Центрально-Азиатского подвижного пояса от океана к континенту. Т. 2, вып. 7. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2009б. С. 134—137.

Черняховский А.Г. Эльвий и продукты его переотложения. М.: Наука, 1966. 177 с.

TECTONIC DESINTEGRATION AND SILIFICATION OF ROCKS IN GRANITOID PROTRUSION OF TOBKHOR MASSIF, WESTERN TRANSBAIKALIA

*Yu. G. Tsekhovsky, T. F. Stsherbakova,
A. V. Nikitin, I. M. Simanovich, A. V. Polestshuk*

The origin of tectonically disintegrated granitoids of protrusion in the Tobkhor Massif (Western Transbaikalia, south margin of the Ivolga Depression) is considered. The various forms of tectonic disintegration and alteration of granitoids, tectonoclastites cover formation on the top of the tectonically disintegrated granitoids are discussed. The tectonoclastites and partly disintegrated granitoids were silicified and lithified under influence of hydrotherms.

Key words: Western Transbaikalia, Mesozoic, tectonic disintegration, hydrothermal silification, lithification.

Сведения об авторах: Цеховский Юрий Григорьевич — докт. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр. лаб. литогенеза ГИН РАН, *e-mail:* tsekhovsky@mail.ru; Щербакова Тамара Федоровна — канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. лаб. тектоники консолидированной коры ГИН РАН, *e-mail:* tomfedy@ilran.ru; Никитин Александр Васильевич — канд. геол.-минерал. наук, доц. каф. общей геологии и геодинамики геол. ф-та ВГУ, *e-mail:* nikav_1960@mail.ru; Симанович Игорь Михайлович — докт. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр. лаб. литогенеза ГИН РАН, *e-mail:* simanovich@ginras.ru; Полещук Антон Владимирович — науч. сотр. лаб. тектоники консолидированной коры ГИН РАН, *e-mail:* anton@mail.ru