

ВОЗРАСТ ВУЛКАНИТОВ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БРУСИЛОВСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СИХОТЭ-АЛИНЯ

А.В. Гребенников, С.А. Касаткин, И.Ю. Чекрыжов, Д.Г. Федосеев

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100-лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022;
e-mail: greandr@hotmail.com

Поступила в редакцию 31 марта 2022 г.

На основе результатов U-Pb изотопного датирования цирконов LA-ICP-MS методом впервые получены значения абсолютного возраста вулканических образований Брусиловской вулкано-тектонической структуры. Полученные результаты (~61–56 млн лет) согласуются с временными рубежами палеоценового магматического этапа, проявленного в Сихотэ-Алине, а закономерности их структурной локализации и пространственно-временного распространения – с левосдвиговыми смещениями вдоль Восточного и Прибрежного разломов. Характер и особенности распространения раннепалеогеновых магматических пород как во фронтальной, так и тыловой окраинно-континентальной части южного Сихотэ-Алиня могут служить фундаментальной основой для проведения палеогеодинамических реконструкций и последующего металлогенического анализа.

Ключевые слова: геохронология, палеоцен–ранний эоцен, левосдвиговые смещения, Сихотэ-Алинь, Дальний Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Геологическая история северо-восточной окраины Азии в мезозое–кайнозое охватывает различные эпизоды геодинамических обстановок, выражающихся в близортогональном и косом взаимодействии континентальной и океанической плит [20, 21 и др.]. Эти эпизоды сопровождалась проявлением магматических комплексов, различающихся геохронологией, составом и площадным положением [напр., 25 и ссылки в ней]. Так, в туроне–маастрихте перемещение океанической плиты Изанаги в ЗСЗ направлении выразилось во фронтальной субдукции, что стало причиной образования больших объемов плато-игнимбритов и их интрузивных аналогов Восточно-Сихотэ-Алинского вулкано-плутонического пояса (ВСАВП). Затем, в раннем палеогене формировались магматические комплексы, резко отличающиеся минералого-геохимическим составом от таковых предшествующего и последующего этапов магматизма. Они обособлены в вулкано-тектонических структурах (ВТС), наложенных на линейный ареал надсубдукционного вулканического пояса и на более древние комплексы к западу от него, что предполагает иную геодинамическую обстановку для условий магмогенерации [напр., 3, 5, 22, 24, 25]. Начало этого магматического этапа, согласно

новым геохронологическим данным [4], оценивается порядка 61–60 млн лет назад. Распространение раннепалеогенового магматизма на всей территории юго-востока России согласуется с данными по Северо-Восточному Китаю, южной части Корейского полуострова и Японии. Эта магматическая активность сопровождалась левосторонними смещениями вдоль ССВ системы разломов Тан-Лу и Центрального Сихотэ-Алиня и прекращением после 60 млн лет назад субдукции/аккреции в поясе Шиманто на юго-западе Японии [26 и ссылки в ней]. В частности, в пределах Журавлевско-Амурского раннемелового турбидитового бассейна (Сихотэ-Алинь) комплексом структурных исследований, включающих динамо-кинематические и пространственные характеристики разрывной тектоники, сделан вывод о формировании раннепалеогеновых ВТС при активизации ССВ левых сдвигов под действием ССЗ (345–355°) поля напряжений [6, 28]. Таким образом, характер проявления раннепалеогенового магматизма исключает условия генерации магм в обстановке субдукции [4, 19, 22], а согласуется со сдвиговым геодинамическим режимом, обусловленным косым взаимодействием плит, что объясняет условия локализации продуктов магматизма в структурах растяжения континентальной коры.

Вместе с тем дискуссионными остаются вопросы о принадлежности крупных ВТС Таухинского и Кемского террейнов, локализованных среди пород позднемелового ВСАВПП, к раннепалеогеновому или позднепалеогеновому этапам магматизма и геодинамике их формирования, что имеет перспективное значение и для прогноза золото-серебряных месторождений [напр., 13]. Одной из таких структур является Брусиловская ВТС (рис. 1), выполненная, по данным некоторых исследователей [14, 16 и др.], «эоцен-олигоценными» кремнекислыми породами брусиловского (милоградовско-брусиловского) комплекса. Поскольку прогнозирование и поиск золото-серебряного оруденения, связанного с определенным магматическим комплексом, важны как в практическом, так и в научном плане, то датирование «спорных» вулканитов в пределах их страто- и петротипов современными прецизионными методами является актуальной задачей в изучении кайнозойского вулканизма территории Сихотэ-Алиня. В этой связи, выявление последовательности и продолжительности геологических событий особого магматического этапа (~60.5–53 млн лет) в истории Сихотэ-Алиня представляет собой фундаментальную основу для дальнейших палеогеодинамических реконструкций континентальной окраины Восточной Азии в раннепалеогеновый период.

С этой целью авторами выполнены целенаправленные геологические исследования и отобран представительный каменный материал для проведения U-Pb датирования кремнекислых вулканических образований в бассейне р. Брусиловка – стратотипической местности для эоцен-олигоценного (?) брусиловского комплекса (свиты).

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС

Брусиловская свита (комплекс) была детально охарактеризована Е.В. Быковской и Н.С. Подгорной в бассейне р. Брусиловка (ранее р. Топауза) и валидизирована на Межведомственном совещании по разработке унифицированных стратиграфических схем в 1956 г. [1, 11]. Однако отсутствие прецизионного геохронологического датирования эффузивов и изучения их вещественного состава, проявление пород преимущественно в виде экструзивных и субвулканических тел поставило под сомнение существование здесь самостоятельного комплекса. Как следствие, Третьим межведомственным региональным стратиграфическим совещанием, состоявшемся в 1978 г., брусиловская свита была упразднена [12]. На современных геологических картах [7, 8] кислые вулканиты в этом районе отнесены к раннепалеогеновому (богопольскому) комплексу. Тем не менее, некоторыми исследователями [10, 13, 15, 16 и др.] и до настоящего

времени высказывается идея о необходимости реанимации эоцен-олигоценного брусиловского комплекса на территории Южного Сихотэ-Алиня (являющегося аналогом кедровского и колчанского), с которым, по их мнению, связаны многочисленные эпitherмальные золото-серебряные рудопроявления и месторождения Сихотэ-Алиня и Приамурья.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БРУСИЛОВСКОЙ ВТС

Брусиловская ВТС, согласно [18], относится к сложной кальдере с центральным опущенным блоком (типа Сомма-Везувий) грубо изометричной формы с диаметром около 30 км (рис. 1, а). Позднее В.В. Ветренников [2] выделял эту структуру как Брусиловский субвулканический интрузив в составе Тумановской фестонированной кальдеры.

Эта кальдера состоит из опущенного центрального блока (кратера), предполагаемого здесь близповерхностного магматического очага и вулканических структур второго порядка, осложняющих основную структуру. Магматический очаг занимает центральную часть опущенного блока, что согласуется с отрицательными значениями гравитационного поля силы тяжести [8]. Верхняя кромка очага залегает на глубине 300–500 м от дневной поверхности, нижняя – уходит на глубину не менее 3 км. По контуру структура ограничена от позднемеловых риолитов ВСАВПП и раннемеловых терригенных образований складчатого основания дугowymi и концентрическими разломами. В целом, она сложена псефитовыми агломератовыми туфами и игнимбритами риолитового и дацитового состава. Завершающий этап магматизма характеризуется внедрением экструзий риолитового и дацитового состава. Амплитуда опускания всей кальдеры составляет порядка 600 м, а вершинной части – свыше 1000 м [2].

В качестве стратотипа брусиловской свиты предлагалось [1, 11] выделять вулканиты, развитые в бассейне среднего течения р. Брусиловка, где в основании вулканогенной тощи залегают туффиты, переходящие в кристалло-, литокристаллокластические туфы трахидацитов мощностью 150–200 м. Их перекрывают покровы вулканических стекол (перлиты) и витрофировых риолитов–трахириолитов – 5–35 м, чередующиеся с витрокластическими туфами, игнимбритами умереннощелочного (трахириолитового) состава – 50–150 м. Суммарная мощность «свиты» составляет порядка 500–600 м (рис. 1, б).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб проводился с целью определения абсолютных возрастов всех фациальных разновид-

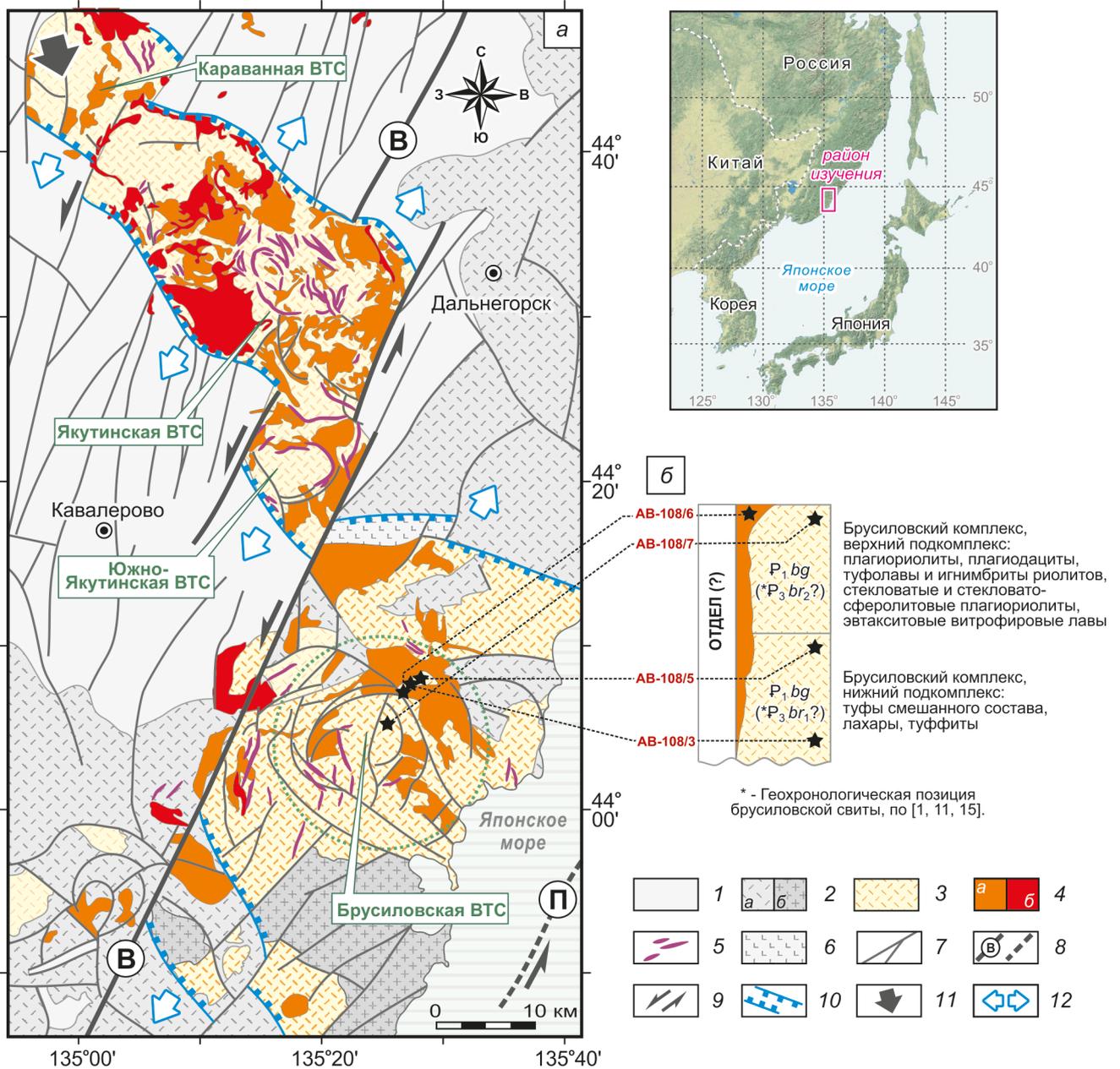


Рис. 1. Геолого-структурная схема распространения меловых и палеоценовых магматических комплексов южного Сихотэ-Алиня, по данным [7], с элементами геодинамики (а) и схематический разрез стратифицированных и экструзивных образований предполагаемого бурсиловского магматического комплекса с положением точек отбора проб (б).

1 – раннемеловые терригенные отложения Журавлевско-Амурского турбидитового бассейна; 2 – поздне меловые вулканогенные (а) и интрузивные (б) образования ВСАВП; 3–5 – палеоцен-раннеэоценовые магматические комплексы: вулканические (3), экструзивные (4, а), интрузивные (4, б) и дайковые (5); 6 – неогеновые базальты; 7 – основные разломы; 8 – главные сдвиги: В – Восточный, П – Прибрежный (предполагаемый); 9 – направление смещения вдоль сдвигов; 10 – сбросы; 11 – ориентировка сжатия; 12 – ориентировка сосдвигового растяжения. Звездочки – места отбора проб и их номера. Названия на разрезе сохранены и приведены согласно геолого-фациальной схеме центральной и юго-восточной части Зеркальненской вулcano-тектонической структуры, по фондовым материалам О.А. Соболева, Е.В. Быковской, А.А. Таркнаева и материалам А.И. Бурого, В.В. Ветренникова, В.Ф. Маринина, Ф.И. Ростовского (ИГО «Приморгеология», 1985).

ностей ВТС в местах распространения стратотипа брусилловской свиты (левый и правый борта среднего течения р. Брусиловка) (рис. 1).

В нижней части разреза отобран образец туффи-та/литокристаллокластического туфа дацитового состава (АВ-108/3: 44°07'53" С; 135°24'04" В), а выше – кристаллокластический туф риолита (АВ-108/5: 44°08'04" С; 135°28'11" В). В самой верхней части свиты опробованы гиалоигнимбрит риолита (АВ-108/7: 44°06'23" С; 135°25'46" В) и экструзивный риолит-порфир (АВ-108/6: 44°07'01" С; 135°27'03" В). Последний относится к завершающему магматическому этапу формирования ВТС.

Для отбора зерен цирконов из раздробленных образцов были использованы тяжелая жидкость и магнитный метод. Цирконы выбирались с использованием бинокулярного микроскопа, а затем запрессовывались в эпоксидную монтировку, вскрывались до середины кристаллов и покрывались 50 нм золота высшей пробы в условиях вакуума. Внутренняя структура зерен исследовалась в проходящем и отраженном свете и катодолюминесцентных изображениях. Определение U-Pb возраста цирконов (in situ) производилось методом лазерной абляции с масс-спектрометрией и индуктивно-связанной плазмой (LA-ICP-MS) в институте геологии и минеральных ресурсов (г. Тяньжин (Tianjin), Китай) с помощью анализатора Thermo Fisher NEPTUNE ICP-MS, оборудованного 193 нм лазером (1–200 Hz, 15 J/cm²) с диаметром пучка в 35 мкм.

В качестве эталона использовался циркон «Plesovice» и стандартное стекло NIST610 – для оптимизации прибора. При расчете U-Pb изотопных составов применялась компьютерная программа GLITTER [27]. Полученные данные корректировались на общий Pb по методике [23], основанной на решении системы уравнений, связывающих содержание радиогенного свинца в цирконе с его общим содержанием, количеством присутствующего обычного свинца, возрастом начальной кристаллизации и возрастом и количеством свинца, потерянного в этом процессе. Расчеты возраста и построение графиков средневзвешенного возраста выполнены с помощью программы ISOPLOT 3.0. Погрешности единичных анализов (отношений, возрастов) приведены на уровне 1σ, погрешности вычисленных конкордантных возрастов и пересечений с конкордией – на уровне 2σ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Выделенные зерна цирконов прозрачны и имеют размер 150–300 мкм. Большинство кристаллов – идиоморфные, удлинненно-призматические с дипирамидальными очертаниями, остальные – представлены в виде обломков различного (от 50 до 100 мкм) размера.

В катодолюминесцентном изображении наблюдается отчетливая концентрическая зональность. Отношения Th/U всех образцов циркона находятся в диапазоне 0.2–1.0, что характерно для большинства магматических кристаллов. Полученные изотопные данные и средневзвешенные значения U-Pb возраста на основе определений в 30 цирконах для каждого образца приведены в приложении (см. Supplementary Table).

Возраст лито-, и кристаллокластических туфов нижней части пирокластического разреза ВТС составляет 61 ± 1.5 млн лет (АВ-108/3) и 61 ± 1 млн лет (АВ-108/5), соответственно. Необходимо отметить, что в ЮЗ секторе структуры биотитовые граниты, по данным [9], имеют возраст 62.1 ± 1.6 млн лет. Таким образом, среднее значение для вулканитов подстилающей толщи может быть принято 61 ± 1 млн лет (палеоцен, даний–зеландий). Средневзвешенный возраст гиалоигнимбритов верхней части разреза (АВ-108/7) составляет 57 ± 1 млн лет, а экструзивных риолитов (АВ-108/6) – 56 ± 0.5 млн лет (рис. 2).

Согласно полученным результатам, кристаллизационный возраст магматических пород Брусилловской ВТС составляет ~61–56 млн лет: даний–танетий (средний–поздний палеоцен). Следовательно, нет никакого основания для повторного выделения «особого» эоцен-олигоценного «брусилловского комплекса», по крайней мере, в стратотипической местности его распространения, поскольку абсолютные датировки возраста этих пород соответствуют установленному ранее [4 и ссылка в ней] среднепалеоцен-раннеэоценовому этапу магматизма на Сихотэ-Алине, происходившему в условиях левосдвигового геодинамического режима. Мы не отрицаем наличия эоцен-олигоценных вулканитов в других частях региона, но поскольку номенклатурная единица «брусилловская свита» была упразднена в 1978 г. [12], то, по крайней мере, использование этого названия противоречит правилам Стратиграфического кодекса [17].

Генезис Au-Ag рудопоявлений и месторождений Сихотэ-Алиня, скорее, необходимо связывать не с металлогенической специализацией и рудоносностью «особого» магматического комплекса, а со структурно-геодинамическими факторами, благоприятными для транспортировки рудного вещества, его концентрации в рудо локализирующих структурах сдвиговой природы. Необходимо учитывать, что основные вольфрамовые, оловянные и олово-полиметаллические месторождения приурочены к Центральной минералогической зоне Сихотэ-Алиня, а полиметаллические и золото-серебряные – к Кемской и Таухинской, пространственно совпадающих со структурой ВСАВПП [7], что, вероятно, обусловлено геохимическим составом вмещающих пород.

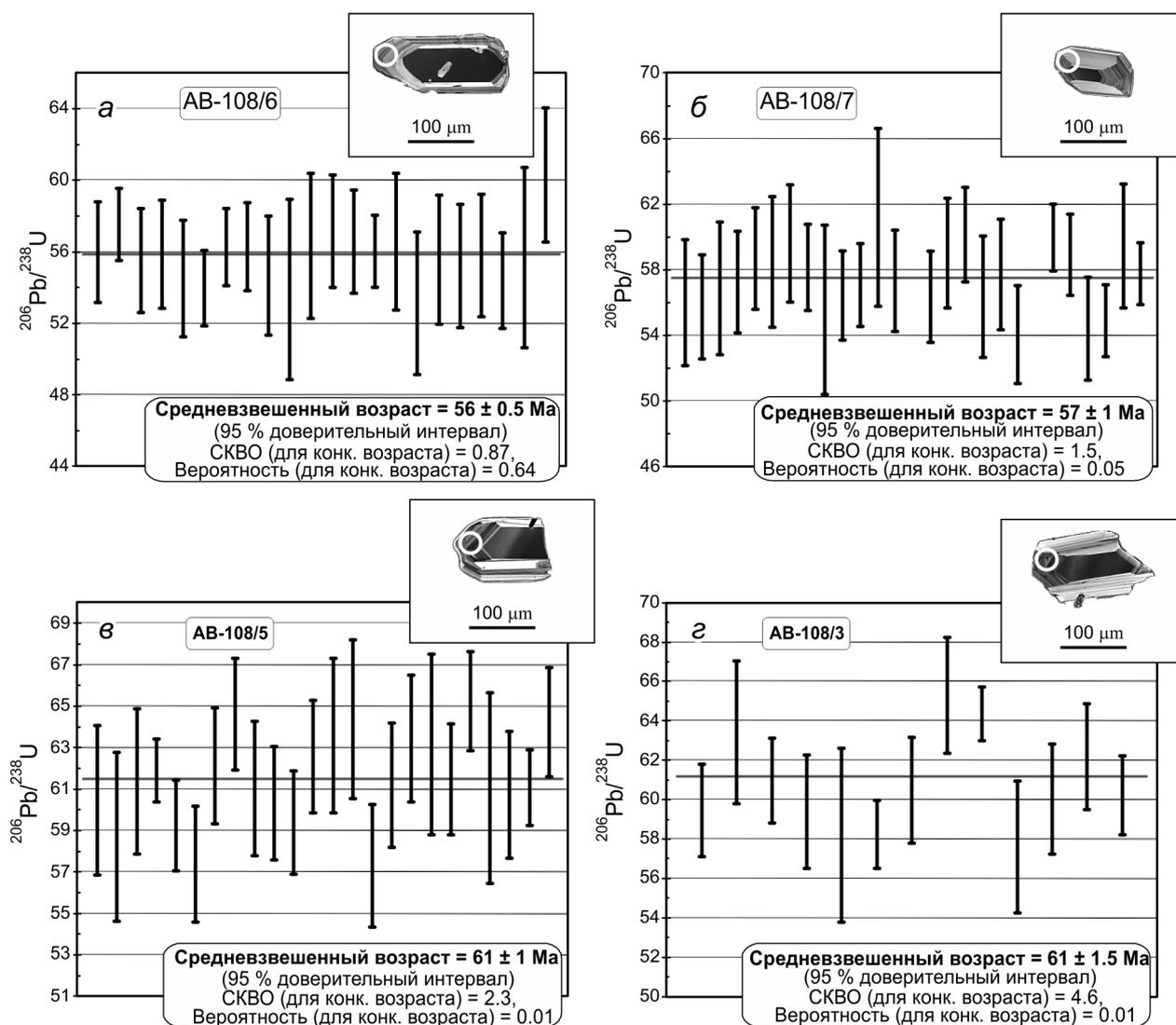


Рис. 2. Катодоллюминесцентные изображения исследованных кристаллов циркона и результаты LA-ICP-MS датирования представительных проб Брусиловской ВТС.

Кружками на зернах циркона показано расположение анализируемых точек.

В то же время, ряд гипабиссальных однофазных массивов Бровничанского гранитного комплекса предположительно палеоценового возраста [напр., 7] (к настоящему времени не имеют прецизионных геохронологических датировок) характеризуются иными (по отношению к богопольскому комплексу), исключительно щелочными геохимическими (агпайтовым) и минералогическими (эгирин-рибекитовым) составами слагающих его пород, предполагая наиболее поздний этап среднепалеоцен-раннеэоценовой магматической активности. Выявление абсолютного возраста этого комплекса может иметь актуальное значение для конкретизации временного диапазона мел-раннепалеоценовой эпохи рудогенеза на территории Сихотэ-Алиня.

Как было установлено ранее [4, 6, 28], образование раннепалеоценовых ВТС юга Сихотэ-Алиня происходило в пределах динамопары Центрально-Сихотэ-Алинского и Восточного разломов в условиях левосдвиговых дислокаций под действием ССЗ ($345\text{--}355^\circ$) поля напряжений. Структурными условиями локализации Брусиловской ВТС, вероятно, является уже динамическое взаимодействие Восточного и Прибрежного разломов (рис. 1). В этой связи, полученные синхронные геохронологические датировки и левосдвиговая кинематика граничных разломов позволяют считать Брусиловскую ВТС парагенетическим ЮЮВ ступенчатым продолжением раннепалеоценовых структур: Нотгинской, Ороченской, Караванной, Березовской, Якутинской и Южно-Якутинской [3, 5, 6, 24, 28].

Закономерности распространения магматизма раннепалеогенового этапа, в совокупности с динамо-кинематическим анализом разрывной тектоники как во фронтальной (в пределах ВСАВПП), так и тыловой окраинно-континентальной части южного Сихотэ-Алиня представляют собой основу при проведении палеогеодинамических реконструкций с последующим металлогеническим анализом. В частности, ступенчато-линейное формирование ВТС (ССЗ направления) с проявлением в них среднепалеоцен-раннеэоценовых магматических образований может предполагать следующий геодинамический сценарий. С одной стороны, на континентальной окраине косое взаимодействие плит в палеоцене (начиная с ~60.5 млн лет) от СЗ к ССЗ инициировало левосторонние смещения по разломам ССВ простирания. Активизация системы сближенных субпараллельных сдвигов обеспечила повышенную проницаемость фундамента и терригенной толщи с формированием сосдвиговых структур растяжения. С другой – привело к сдвиговой активизации палеотрансформных разломов в слэбе, формируя субвертикальные каналы проницаемости (структуры растяжения), благоприятные для поступления астеносферной (подслэбовой) мантии, что объясняет пик магматической активности в этот период. Для подтверждения такого геодинамического сценария и генезиса магматических пород этого этапа необходимо проведение целого комплекса детальных изотопно-геохимических исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты U-Pb датирования циркона из вулканитов Брусиловской ВТС (~61–56 млн лет) согласуются с установленными временными рубежами палеоценового магматического этапа, проявленного в Сихотэ-Алине. Закономерности формирования: структурный контроль и пространственно-временная последовательность вулканических образований ВТС обусловлены левосдвиговыми смещениями вдоль Восточного и Прибрежного разломов.

Распространение магматических пород раннепалеогенового этапа магматизма как во фронтальной, так и тыловой окраинно-континентальной частях южного Сихотэ-Алиня позволяют по-новому оценить проявления благороднометалльного оруденения в условиях левосдвигового геодинамического режима.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность член-корр. РАН В.В. Акинину (СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан) и д. г. н. А.И. Обжирову (ТОИ ДВО РАН, г. Владивосток) за критические замечания, позволившие значительно улучшить качество статьи.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-00223, <https://rscf.ru/project/22-27-00223/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быковская Е.В., Подгорная Н.С. Стратиграфия и петрология верхнемеловых и третичных вулканогенных образований Ольга-Тетюхинского района // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1959. № 17. С. 29–40.
2. Ветренников В.В. Особенности вулканизма, тектоники и оруденения окраинно-материковых вулканических поясов. М.: Недра, 1976. 156 с.
3. Гребенников А.В. Петрогенезис игнимбригов Якутинской вулканоструктуры (Приморье): Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. Владивосток, 2003. 33 с.
4. Гребенников А.В., Касаткин С.А., Федосеев Д.Г., Ханчук А.И. Среднепалеоцен–раннеэоценовый (60.5–53 млн лет) этап магматизма на юге Дальнего Востока России // Тихоокеан. геология. 2020. Т. 39, № 5. С. 34–40.
5. Гребенников А.В., Максимов С.О. Причины появления вулканических пород А-типа на активных окраинах континентов на примере Южного Сихотэ-Алиня (Дальний Восток России) // Геология и геофизика. 2021. Т. 62, № 2. С. 254–272.
6. Касаткин С.А., Гребенников А.В., Федосеев Д.Г. Структурные закономерности проявления раннепалеогенового магматизма как новый этап активизации левосдвигового геодинамического режима в пределах Сихотэ-Алиня: Материалы V Всерос. науч. конф. с международным участием «Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит». Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2021. С. 34–37.
7. Коваленко С.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:1 000 000 (третье поколение). Лист (L-52), 53; (K-52), 53), оз. Ханка: Объясн. зап. СПб.: ВСЕГЕИ, 2011.
8. Костерев Н.Ф., Цесарский Н.К. Геологическая карта: L-53-XXXIV, XXXV. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Изд. второе. Серия Южно-Сихотэ-Алинская. 1:200 000, серия: Южно-Сихотэ-Алинская / Ред. Н.Ф. Костерев, Н.К. Цесарский. ФГУП: Приморская поисково-съёмочная экспедиция, 2000. (Интернет ресурс: <https://www.geokniga.org/maps/9903>).
9. Петров О.В., Морозов А.Ф., Чепкасова Т.В., Шевченко С.С. Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России / Ред. О.В. Петров, А.Ф. Морозов, Т.В. Чепкасова, С.С. Шевченко. СПб.: ВСЕГЕИ, 2015. (Интернет ресурс: <http://geochronatlas.vsegei.ru>).
10. Полин В.Ф., Пипко М.С., Соболев А.О., Костин А.Е. Кислый вулканизм конечной фазы надсубдукционного и главной – постсубдукционного окраинно-континентального-рифтогенного геодинамических этапов в Восточном Сихотэ-Алине: Критерии сходства и различия: Материалы V Всерос. науч. конф. с международным участием «Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит». Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2021. С. 122–126.
11. Решения Межведомственного совещания по выработке

- унифицированных стратиграфических схем для Дальнего Востока (1956 г.). М.: Госгеолтехиздат, 1958. 51 с.
12. Решения III-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока СССР (1978 г.) / Редкол.: В.Н. Верещагин, Е.Б. Бельтнев, Е.В. Краснов и др. Магадан: ГКП СВПГО, 1982. 182 с.
 13. Сахно В.Г., Ростовский Ф.И., Аленичева А.А. U-Pb-изотопное датирование магматических комплексов Милоградского золото-серебряного месторождения (Южное Приморье) // Докл. АН. 2010. Т. 433, № 2. С. 219–226.
 14. Соболев А.О. Позднемеловые-раннепалеогеновые дацитриолитовые комплексы юго-западной части Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогена: петрогеохимические особенности: Дис. ... канд. геол.-минер. наук. Л., 1986. 253 с.
 15. Соболев А.О. Основные проблемы расчленения и корреляции магматических комплексов территории Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Мезозойские и кайнозойские магматические и метаморфические образования Дальнего Востока: Материалы пятого Дальневосточного регионального петрографического совещания, Хабаровск, 2001. С. 115–116.
 16. Соболев А.О., Пшеничный К.А. Игнимбритовый вулканизм больших объемов в южной части Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса: некоторые концептуальные проблемы реконструкции (в ознаменование 55й годовщины начала геологических работ в регионе). Вулканизм и геодинамика: Труды II Всерос. вулканологического симпозиума. Екатеринбург: Ин-т геологии РАН, 2003. С. 317–322.
 17. Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.
 18. Фремд Г.М., Рыбалко В.И. Вулканотектонические структуры Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Труды лаб. палеовулканологии. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1972. 150 с. Вып. 6.
 19. Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии: Тезисы XXX тектонического совещания. М.: ГЕОС, 1997. С. 240–243.
 20. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 11. С. 1635–1645.
 21. Ханчук А.И., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Япономорского региона в мезозое // Вестн. ДВО РАН. 2003. № 6. С. 99–116.
 22. Ханчук А.И. (Ред.). Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн. 1 и 2. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.
 23. Andersen T. Correction of common lead in U–Pb analyses that do not report ^{204}Pb // Chem. Geol. 2002. V. 192. P. 59–79.
 24. Grebennikov A.V., Maksimov S.O. Fayalite rhyolites and a zoned magma chamber of the Paleocene Yakutinskaya volcanic depression in Primorye, Russia // J. Mineral. & Petrol. Sci. 2006. V. 101, N 2. P. 69–88.
 25. Grebennikov A.V., Khanchuk A.I., Gonevchuk V.G., Kovalenko S.V. Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): geochemistry and tectonic implications // Lithos. 2016. V. 261. P. 250–261.
 26. Grebennikov A.V., Kemkin I.V., Khanchuk A.I. Paleocene–early Eocene post-subduction magmatism in Sikhote-Alin (Far East Russia): New constraints for the tectonic history of the Izanagi-Pacific ridge and the East Asian continental margin // Geosci. Frontiers. 2021. V. 12, N 4: 101142.
 27. Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology // Chem. Geol. 2004. V. 211. P. 47–69.
 28. Kasatkin S.A., Grebennikov A.V. The early Paleogene strike-slip tectonic setting at the northeastern Asian margin: Magmatism and structural evidences // Intern. Geol. Rev. (in Print).

Рекомендована к печати В.В. Акининым
после доработки 22.04.2022 г.
принята к печати 19.07.2022 г.

A.V. Grebennikov, S.A. Kasatkin, I.Yu. Chekryzhov, D.G. Fedoseev

Age of volcanic rocks and geodynamic settings of the formation of the Brusilovka volcanic depression in the Sikhote-Alin

For the first time, the absolute age of volcanic rocks of the Brusilovka volcanic depression has been obtained by employing the LA-ICP-MS-based U-Pb method. The results (~61–56 Ma) are consistent with the timespan of the Paleocene magmatic stage manifested in the Sikhote-Alin and the patterns of their structural localization and spatiotemporal distribution are consistent with left-lateral displacements along the Vostochny and Pribrezhny faults. The nature and characteristics of occurrence of early Paleogene igneous rocks both in the frontal and rear continental marginal parts of the southern Sikhote-Alin can serve as a fundamental basis for paleogeodynamic reconstructions and subsequent metallogenic analysis.

***Key words:* geochronology, Paleocene-early Eocene, left-lateral displacement, Sikhote-Alin orogenic belt, Russian Far East.**