

НОВЫЕ ДАННЫЕ О U-Pb ВОЗРАСТЕ МЕТАБАЗИТОВ КАМЧАТКИ

В.К. Кузьмин, С.П. Шокальский, Н.В. Родионов, С.А. Сергеев

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского,
г. Санкт-Петербург, e-mail: Vladimir_Kuzmin@vsegei.ru

Среди неметаморфизованных мезо-кайнозойских островодужных комплексов Камчатки наблюдаются крупные выходы зонально метаморфизованных вулканогенно-терригенных пород - Срединно-Камчатский массив и Ганальский выступ геологическое строение, возраст, природа и тектоническая позиция которых дискуссионны [Геология СССР, 1964, Герман, 1978, Ханчук, 1985]. Прямые предпосылки для суждений о геологическом возрасте метаморфических толщ СКМ и ГНВ отсутствуют - органические остатки в них не обнаружены, а палинологические исследования не внесли ясности в эту проблему. Проведенные в последние годы изотопно-геохронологические исследования смогли ответить на часть поставленных вопросов [Виноградов и др., 1991, Легенда Хангарской серии, 1998, Bindeman et al., 2002, Соловьев, 2008]. Однако, возраст metabazitov СКМ и ГНВ определен недостаточно уверенно [Кузьмин и др., 2005] и задача установления времени проявления раннего основного магматизма на Камчатке остается актуальной. Для решения этого вопроса нами был проведен в ЦИИ ВСЕГЕИ U-Pb изотопный анализ на масс-спектрометре SHRIMP-II шести проб типовых разновидностей метаморфических основных пород, слагающих субсогласные тела metabazitov различной мощности среди метатерригенных пород в СКМ и ГНВ.

Срединно-Камчатский массив. Амфиболиты колпаковского комплекса в истоках р. Левая Воровская представлены согласными пластовыми телами мощностью до 12 м среди резко преобладающих гранат-биотитовых мигматитов. Амфиболиты (проба 1241д и 2110в) однородные, мелкозернистые, массивного или сланцеватого сложения. Минеральный состав: роговая обманка - 49-68%, диопсид - 0-5%, плагиоклаз - 35-60%, титаномагнетит - 0.5-3%. Структура - равномернозернистая гранобластовая, реже нематобластовая. Для амфиболитов колпаковского комплекса характерно отсутствие реакционных взаимоотношений между породообразующими минералами; однородность структур, близкий размер всех минералов и отсутствие в них включений. Минеральные парагенезисы этой группы соответствуют высокотемпературной амфиболитовой фации.

В амфиболитах пробы 2110в циркон представлен желтыми и розовато-желтыми кристаллами преимущественно призматического габитуса (65%). Реже отмечаются эллипсообразные (25%) и шарообразные (10%) зерна. Длина зерен составляет 100-300 мкм, $K_u=1.1 - 2.7$. В проходящем свете и в КЛ в большинстве кристаллов наблюдается тонкая или грубая ритмическая зональность, реже отмечаются зерна с блоковым, секториальным или однородным строением. Отчетливое разделение на ядро и оболочку наблюдалось редко и лишь в зернах 1.1-2 и 2.1 можно выделить темную ядерную часть и светлые каемки обрастания различной мощности. Практически во всех зернах, а особенно 1.1-2 и 7.1-2 наблюдаются следы частичной или полной перекристаллизации. Для ядер и краевых частей зерен призматических и эллипсообразных зерен циркона характерны умеренные содержания U 49-375/ среднее 134 мкг/г и Th 20-375/ 90 мкг/г при высоком Th/U отношении 0.27-2.58/ 0.78. Шарообразное зерно в центре и краевой части (4.1 и 4.2), а также оболочка в призматическом кристалле (7.1) характеризуются более высокими содержаниями U 252-416/328 мкг/г, но более низкими содержаниями Th 2-58/32 мкг/г и имеют низкое Th/U отношение 0.01-0.19/0.11. U-Pb анализ призматических и эллипсообразных кристаллов циркона показал для ядерных и краевых частей кристаллов мезопротерозойские и неоархейские датировки (9 измерений), но для шарообразного зерна в центре и по периферии, а также для оболочки призматического кристалла (7.1) получен конкордантный возраст 48.71 ± 0.79 млн. лет (здесь и далее погрешности приведены на уровне 2σ).

Цирконы в пробе 1241 д представлены прозрачными светло-розовыми мелкими кристаллами размером 40-110/ среднее 70-80 мкм, имеют шарообразную и эллипсообразную форму с K_u 1.0- 1.6. Призматические кристаллы отсутствуют. В КЛ изображении в цирконах иногда наблюдаются гомогенные темные ядра с не отчетливой ритмической зональностью и окаймляющая их тонкая светло-серая оболочка. В центральной части зерен содержание U составляет 4-8/7 мкг/г, Th - 0-1/0.7 мкг/г, а Th/U - 0.08-0.17/0.13, в оболочке содержание U и Th

немного больше, чем в центре зерен и достигает 12- 49/21 мкг/г и 1- 4/1.8 мкг/г соответственно, а Th/U незначительно уменьшается 0.07-0.11/0.09. На диаграмме в координатах $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ построенной для 11 точек как из центральной части зерен, так и из периферии получен конкордантный возраст 50.3 ± 4.0 млн. лет при СКВО=3.9.

Амфиболовые сланцы андриановского комплекса СКМ слагают пластовые тела мощностью до нескольких сотен метров, залегающие согласно с вмещающими образованиями нижней части разреза малкинской серии и прогрессивно метаморфизованные в РТ-условиях эпидот-амфиболитовой фации. Линейный характер выходов и четкая их приуроченность к крупным тектоническим швам - характерная особенность комплекса, в составе которого явно преобладают плагиоклаз-амфиболовые сланцы, реже отмечаются амфиболиты, актинолититы. Иногда в них наблюдаются неотчетливые реликты структур эффузивных и интрузивных пород. Количественные взаимоотношения между главными породообразующими минералами – роговая обманка, актинолит, андезин - варьируют в широких пределах и создают соответствующие разновидности сланцев.

Проба 493г отобрана из центральной части мощного (более 100 м) пластового тела амфиболовых сланцев по левому борту р. Правая Воровская в ее среднем течении. Цирконы в амфиболовых сланцах представлены прозрачными розовыми кристаллами размером от 50 до 250 мкм коротко-длиннопризматического габитуса с K_u 1.5- 3.5. Головки кристаллов большей частью сохранили отчетливый идиоморфизм, округленные вершинки встречаются реже. В КЛ изображении выявляется тонкая-грубая ритмическая зональность, но отчетливого разделения кристаллов циркона на ядро и оболочку не наблюдается. На диаграмме в координатах $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (рис.1) шесть точек формируют кластер с конкордантным возрастом 145.6 ± 1.7 при СКВО=0.6. Содержания U, Th и Th/U отношение как в центральных, так и в краевых частях кристаллов близки и варьируют в следующих пределах: U – 377-2183/1222 мкг/г, Th – 153-525/371 мкг/г, Th/U – 0.24-0.48/0.35. Для четырех точек получены конкордантные датировки в 283.9, 304.1, 688.8 и 845.4 млн. лет для них характерны более низкие содержания U 179-565/394 мкг/г и Th 106-608/327 мкг/г, но более высокое Th/U отношение 0.61-1.11/0.81.

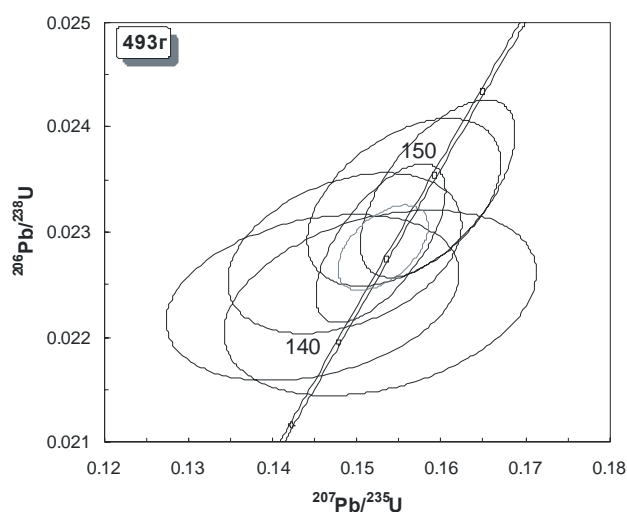


Рис. 1. Диаграмма с конкордией для пробы амфиболитов 493г андриановского комплекса. Конкордантный возраст: 145.6 ± 1.7 млн. лет (СКВО=0.6, вероятность конкордантности 0.44).

Таким образом в амфиболитах колпаковского комплекса в пробе 2100 в установлено присутствие многочисленных древних (мезопротерозойских-неоархейских) ксеногенных цирконов и лишь в единичных замерах устанавливается раннеэоценовый возраст метаморфических преобразований, в то время как в пробе 1241 д фиксируются только метаморфогенные цирконы раннеэоценового возраста, а ксеногенные цирконы полностью отсутствуют. В амфиболовых сланцах андриановского комплекса с более слабой степенью метаморфизма метаморфогенные цирконы отсутствуют, собственно магматические цирконы датируются в 146 млн. лет, а ксеногенные цирконы раннемезозойские и рифейские.

Ганальский выступ. В качестве объектов для проведения U-Pb исследований были выбраны типичные амфиболиты (проба 55.02) гранулитового комплекса в истоках р. Вактан Ганальский Левый и плагиоклаз-роговообманковые сланцы (пробы 34.01 и 34.15) ганальского комплекса, отобранные в верховьях р. Вактан Малкинский.

В амфиболитах гранулитового комплекса (проба 55.02) преобладают прозрачные и полупрозрачные желтоватые призматические цирконы (75%), эллипсоидальные и шарообразные зерна составляют 10 и 15% соответственно. Размер цирконов варьирует от 65 до 180 мкм, $K_u=1.2-2.8$. Иногда в призматических зернах наблюдаются рыжие и черные включения. Внутреннее строение большинства зерен характеризуется присутствием ядра, составляющего до 70-80% от площади зерна и окружающей его серой или светло-серой в КЛ оболочкой. Наиболее часто наблюдаются идиоморфные призматические ядра с дипирамидальными вершинами и правильной тонкой ритмической зональностью. Для шарообразных зерен характерны субизометричные ядра с грубой или блоковой зональностью. Отмечаются призматические кристаллы с тонкой ритмической зональностью в пределах всего зерна. В некоторых зернах отмечаются зоны перекристаллизации. Переход от ядра к оболочке в таких зернах неотчетливый и его не всегда удается установить. U-Pb изотопный анализ цирконов шарообразного зерна (точки 2.1 и 2.2) показал, что изометричное ядро имеет конкордантный возраст 24.09 ± 0.35 млн. лет, а оболочка субконкордантную датировку 20.53 ± 0.71 млн. лет. Для оболочек эллипсообразных зерен 4.1 и 3.1 получены датировки в 67.7 ± 4.6 и 81.5 ± 1.9 млн. лет соответственно. Краевые зоны и ядра призматических зерен дают широкий спектр конкордантных раннепалеозойских и протерозойских датировок – 492, 591, 1058, 1204, 1362, 1458, 1658, 1819 млн. лет.

В амфиболовых сланцах ганальского комплекса (пробы 34.01) цирконы представлены прозрачными бесцветными и желтоватыми зернами, которые разделены на две группы: 1) субизометричные осколки размером 50-200 мкм (80%) и 2) идиоморфные призматические кристаллы длиной 150-280 мкм с $K_u=2-6$ (20%). В большей части сколков устанавливается простая грубая зональность, которая позволяет реставрировать первичную короткопризматическую форму кристаллов. Для них характерны как в центре, так и в периферии зерен умеренные содержания - U 162-787/ среднее 442 мкг/г и высокие Th – 76-709/321 мкг/г, $Th/U=0.47-0.98/0.69$. В длиннопризматических кристаллах наблюдается тонкая ритмическая зональность содержания U, Th и Th/U отношение варьируют в более широких пределах, но сохраняют близкие средние значения: 63-823/445 мкг/г, 44-951/403 мкг/г, 0.33-1.23/0.82 соответственно. U-Pb изотопный анализ установил конкордантный возраст для семи цирконов первой группы 120 ± 1.5 млн. лет при СКВО=0.06, а для длиннопризматических кристаллов получены конкордантные датировки – 203, 291, 298, 303 и 651 млн. лет.

Цирконы из пробы 34.15 представлены двумя группами сходными по морфологическими признакам с цирконами пробы 34.01. Геохимические характеристики также близки: для первой группы U 165-1176/480 мкг/г, Th 72-1001/306 мкг/г, Th/U 0.46-0.86/0.57, а для второй: U 89-985/454 мкг/г, Th 29-932/359 мкг/г, Th/U 0.28-1.74/0.87. Конкордантный возраст для шести цирконов из первой группы составляет 116.2 ± 1.3 млн. лет, СКВО=1.2 (рис.2). Возраст формирования длиннопризматических цирконов – 198, 335, 337, 617, 1548 и 1634 млн. лет.

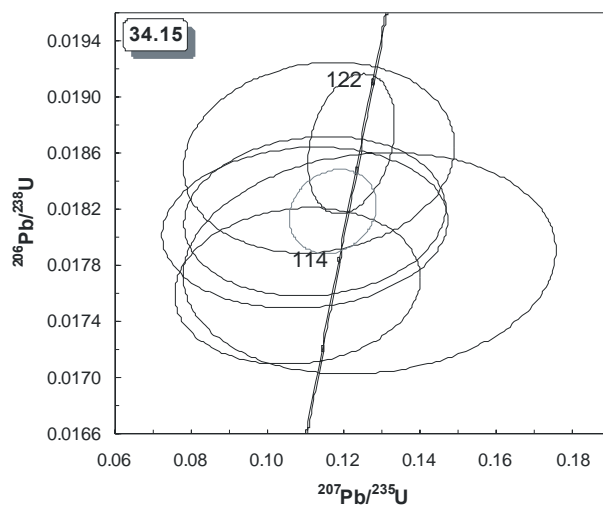


Рис. 2. Диаграмма с конкордией для пробы плагиоклаз-роговообманковых сланцев 34.15 ганальского комплекса. Конкордантный возраст: 116.2 ± 1.3 млн. лет (СКВО=1.2, вероятность конкордантности 0.27).

Полученные данные свидетельствуют о присутствии в амфиболовых сланцах ганальского комплекса значительных количеств ксеногенных цирконов триас-карбонového, раннепалеозойского и протерозойского возраста. Группа из шести цирконов с конкордантным возрастом 116 млн. лет является, скорее всего, собственно магматической и в этом случае можно предполагать, что формирование тел амфиболитов ганальской серии происходило в барремское время. Маастрихт-кампанские датировки (67 и 82 млн. лет), полученные для оболочек шарообразных зерен циркона (4.1 и 3.1) из амфиболитов гранулитового комплекса имеют низкие значения Th/U отношения (0.02 и 0.09) и, возможно, указывают на время проявления регионального метаморфизма амфиболитовой фации. Для изометричного зерна циркона полученные для ядра и оболочки миоценовые датировки близки (24 и 20 млн. лет), характеризуются магматическим Th/U отношением (0.71 и 0.39) и отвечают времени внедрения юрчического массива габбро-норитов и, возможно, контактового гранулитового метаморфизма.

Проведенные исследования позволяют внести существенные коррективы в предлагаемые модели для ранних этапов геологической эволюции метаморфических комплексов Камчатки. В свете этих данных можно утверждать, что излияние базитовых лав и внедрение гипабиссальных интрузий сходного состава андриановского комплекса в СКМ происходило не ранее 146 млн. лет назад, а образование базальтовых покровов, чередующихся с прослоями граувакк (ганальский комплекс) происходило не ранее 120 млн. лет назад. Таким образом наиболее ранние проявления основного магматизма на Камчатке приурочены к позднему мезозою и, вероятно, с этого времени Западная Камчатка стала представлять собой зону активного ультраосновного и основного вулканизма, которая постепенно перемещалась к востоку и в барремское время проявилась мощными излияниями лав преимущественно основного состава в Ганальском хребте. Тектоно-термальные процессы регионального метаморфизма, сформировавшие современный облик метаморфических пород основного состава приурочены к раннему эоцену (50 млн. лет) на Срединно-Камчатском массиве и к миоцену (21 млн. лет) на Ганальском выступе. Полученные новые U-Pb данные о возрасте магматизма и метаморфизма метабазитов подтверждают известное положение о смещении эндогенных процессов во времени в северо-западной части Пацифики с запада на восток.

Список литературы

Виноградов В.И., Буюкайте М.И., Горощенко Г.Л. и др. Изотопные и геохронологические особенности глубокометаморфизованных пород Ганальского выступа на Камчатке // ДАН СССР. 1991. Т. 318. № 4. С. 930-936.

Геология СССР. Камчатка, Курильские и Командорские острова // Геологическое описание. Т. 31. Ч. 1. М.: Недра, 1964. 733 с.

Герман Л.Л. Древнейшие кристаллические комплексы Камчатки. М.: Недра, 1978. 128 с.

Кузьмин В.К., Беляцкий Б.В., Пузанков Ю.М. Ранне-среднепалеозойский ультраосновной и основной магматизм Камчатки // ДАН. 2005. Т. 400. № 3. С. 359-363.

Легенда Хангарской серии листов ГТК РФ масштаба 1:200000 (Изд. второе). Объяснительная записка. Петропавловск-Камчатский, 1998. 150 с.

Соловьев А.В. Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит: методы трекового и структурного анализа // Труды ГИН РАН. М.: Наука, 2008. 319 с.

Ханчук А.И. Эволюция древней сиалической коры в островодужных системах Восточной Азии. Владивосток. 1985. 137 с.

Bindeman I.N., Vinogradov V.I., Valley J.W. et al. Archean protolith and accretion of crust in Kamchatka: SHRIMP dating of zircons from Sredinny and Ganal Massifs // Journal of Geology. 2002. V. 110. P. 271-289.