

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИРКОНОВ,
КАК КРИТЕРИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕТАМОРФИЗМА
(на примере гнейсовых комплексов Урала)**

Пыстина Ю.И., Пыстин А.М., Потапов И.Л.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Циркон один из минералов, наиболее широко используемых для реконструкции условий образования вмещающих его магматических и метаморфических пород. Благодаря своей физико-химической устойчивости он сохраняется даже при достаточно высоких температурах и давлениях, при этом происходящие события оставляют следы на существующих кристаллах циркона. Именно поэтому, минерал часто имеет большое разнообразие в морфологическом плане и сложное внутреннее строение. Но именно это и позволяет использовать циркон, как индикатор геологических процессов. Кроме того, содержание U в минерале сделало циркон одним из самых надежных геохронометров.

Теоретические, экспериментальные и эмпирические данные по морфологии цирконов свидетельствуют, что в форме кристаллов этого минерала могут быть заложены важные сведения об условиях кристаллизации вмещающих его пород. Морфологический критерий лежит в основе известной «Пюпин-диаграммы» (Pupin J.P. 1980), широко используемой при изучении магматических образований. При всем морфологическом многообразии, сложности внутреннего строения и состава циркона в метаморфических породах существуют определенные закономерности, позволяющие выделить типоморфные признаки этого минерала, связанные с условиями породообразования.

В докладе приводятся результаты наших работ по изучению морфологии циркона из полиметаморфических комплексов Тимано – Уральского региона.

Многолетние исследования цирконов из гнейсов и кристаллических сланцев полиметаморфических комплексов Тимано – Уральского региона (Пыстина, Пыстин, 2002; Пыстин, Пыстина, 2006 и др.) убеждают нас в том, что метаморфические цирконы отличаются большим разнообразием форм и сложностью строения. Нами были установлены как аллотигенные, так и аутигенные цирконы.

К аллотигенным уверенно относятся только окатанные (терригенные) цирконы. Они отличаются округлой или эллипсоидной формой и имеют шероховатую поверхность. Минерал может быть бесцветным, но чаще окрашен в розовые тона, вплоть до темно-розового.

Среди аутигенных цирконов, кристаллизация которых связана с метаморфическим изменением пород, наибольшим распространением пользуются три морфологические разновидности (три морфотипа).

Одна из распространенных разновидностей метаморфоженных цирконов в изученных нами породах представлена округленными зернами. При этом кристаллы циркона могут быть лишь слегка округлыми, сохраняя дипирамидально-призматический габитус, обусловленный развитием граней {100}, {110} и дитетрагональной дипирамидой {311} или дипирамидой {331}. В других случаях циркон приобретает полностью округлую, часто изометричную (шаровидную) форму. Зерна циркона имеют многочисленные мелкие грани, хорошо видимые при увеличении в 200-300 раз, в отдельных случаях они заметны и под бинокляром, так называемые цирконы типа «футбольного мяча». Поверхность граней гладкая, блестящая. Внутреннее строение таких цирконов сравнительно однородное, но встречаются кристаллы с ядрами более древнего циркона. Новообразованная оболочка вокруг них характеризуется небольшим содержанием включений. Мощность ее может быть значительной, особенно вблизи вершин кристаллов. На Урале такие цирконы впервые были описаны А.А. Краснобаевым (Краснобаев, 1986) в гранулитах тараташского полиметаморфического комплекса и выделены им в «гранулитовый» тип. Можно согласиться с А.А. Краснобаевым, что округлая форма зерен циркона обусловлена их ростом «... в жестких P – T условиях гранулитовой фации метаморфизма, когда полигональная форма зерен любых минералов, в том числе и цирконов, выступающих в роли затравок, неустойчива, поскольку испытывает неравномерные механические и температурные напряжения. Как вновь возникшие, так и реликтовые цирконы обязаны расти таким образом, чтобы свести к минимуму напряженность грани и приобрести равновесную изометричную форму» (Краснобаев, 1986, с. 49-50).

Другая разновидность цирконов, широко представленная в гнейсах и кристаллических сланцах, имеет вид прорачных и светлоокрашенных зерен призматического габитуса. В минерале развиты грани {100}, {110}, {112}, {113}. Присутствуют {331} или другая острая дипирамида. Комбинация небольшой по площади острой дипирамиды и хорошо выраженной тупой обуславливает округлый облик головки кристалла. В площадном отношении преобладают грани призм. Внутреннее строение отличается многозональностью. Расположение зон относительно друг друга может быть симметричным и несимметричным, центральная часть кристалла часто затемнена и имеет вид «псевдоядер». Среди включений распространены твердые и газово-жидкие; многие кристаллы содержат полости, выходящие на поверхность. Форма включений различна: это игловидные и изометричные образования, тонкие трубочки, каналчики. Расположение их хаотично. В отдельных кристаллах наблюдается приуроченность включений к границам зон, мелким трещинкам. Подобный циркон описан А.А. Краснобаевым (1986) в биотито-

вых, биотит-амфиболитовых гнейсах и мигматитах ильменогорского комплекса и выделен им в «мигматитовый» тип. По морфологическим особенностям циркон близок описанным в гранитоидах. От циркона типичного магматического генезиса его отличает более сложное внутреннее строение. Приуроченность минерала к продуктам частичного плавления (мигматизированным породам и мигматитам) свидетельствуют о его росте при участии силикатного расплава. Сложное внутреннее строение (псевдодря, асимметричность зон, полости и др.), скорее всего, является результатом роста цирконов при меняющихся условиях среды (состав и наличие или отсутствие магмы, рН, и др.). Таким образом, циркон «мигматитового» типа несет в себе черты как магматического, так и метаморфического минерала, т.е. минерала смешанного генезиса. Поэтому, на наш взгляд, термин «мигматитовый» для данного морфологического типа является удачным.

Более ограниченное распространение в метаморфических породах имеют цирконовые сростки сложной формы. Однако в некоторых метаморфических комплексах они доминируют среди других морфологических разновидностей цирконов. Относительно высокое содержание таких цирконов нами установлено в породах париквасьшорской свиты харбейского метаморфического комплекса Полярного Урала и микулкинского комплекса полуострова Канин. Циркон представлен бесцветными или бледно-окрашенными зернами неправильной формы. При увеличении видно, что кристаллы представляют собой сростки двух или более индивидов. Размер зерен 0.10-0.25мм. Поверхность граней гладкая, блестящая. Внутреннее строение кристаллов характеризуется наличием ядер, образованных более древними цирконами. Отмечаются твердые и газовой-жидкие включения, расположенные хаотично. Этот тип циркона очень похож на описанные Дж. Пекетом и его соавторами (Peucat et al., 1990) зерна циркона типа «цветной капусты». Причина возникновения столь замысловатых форм цирконов, возможно, заключается в отсутствии силикатного расплава и дефицита флюидов. Не случайно, как заметили упомянутые выше исследователи, такие формы характерны для цирконов их метаморфических пород мафитового состава, для которых, как известно, выше температурный порог мигматизации. Нами они установлены также в метаморфитах кислого состава (плагинейсах, кристаллических сланцах, кварцитах), но только в тех комплексах, где условия метаморфизма не превышали низких ступеней амфиболитовой фации и, соответственно, не сопровождалось процессами мигматизации.

Таким образом, выявленные нами и эмпирически установлены для многих метаморфических комплексов приуроченность округленных цирконов к породам гранулитовой фации позволяет считать такие цирконы (типа «футбольного мяча») показателем высокотемпературного метаморфизма. Призматические цирконы «мигматитового» типа, являясь фактически магматическими минералами, указывают на проявление в породах процессов частичного плавления. Наличие в метаморфитах цирконовых агрегатов сложной формы (типа «цветной капусты»), скорее всего, свидетельствует об относительно низкотемпературных условиях изменения пород, не превышающих низких ступеней амфиболитовой фации. Правильная интерпретация морфологических особенностей циркона особенно важна при изучении полиметаморфических образований, в которых ранние метаморфические парагенезисы породообразующих минералов часто не сохраняются при повторных преобразованиях пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М. // Наука, 1986. 152 с.
2. Пыстина Ю.И., Пыстин А.М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Изд-во УрО РАН, Екатеринбург, 2002. 168 с.
3. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. Цирконовая хронометрия полиметаморфизма (на примере Западной тектонической зоны Урала и полуострова Канин) // Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 21-25.
4. Pupin J.P. Zircon and granite petrology // Contrib. Miner. Petrol. 1980. 73. P.207-220.
5. Peucat J.J., Bernard-Griffiths J., Gil Ibarra J.I., Dallmeyer R.D., Menot R.P., Cornichet J., Iglesias Ponce de Leon M. Geochemical and Geochronological cross-section of the deep Variscan crust: The Cabo Ortegal high-pressure nappe (northwestern Spain) // Tectonophysics, 1990. 110. P. 463-472.

СООТНОШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Расцветаев Л.М.¹, Маринин А.В.²

¹Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г. Москва, rascv@mail.ru

²Институт физики Земли РАН, г. Москва, marinin@yandex.ru

Среди геологов широко распространены представления о Большом Кавказе как резко асимметричном складчатом сооружении покровно-надвигового типа, возникшем над зоной субдукции в результате поддвига Черноморско-Закавказской литосферной плиты под Северо-Кавказскую (Скифскую) плиту [2, 8, 23-25]. Некоторые исследователи предполагают существование под Большим Кавказом единой пологой поверхности глубинного тек-