

## ИЗОТОПНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ УЛЬТРАМАФИЧЕСКИХ И МАФИЧЕСКИХ ПОРОД УРАЛА: НОВЫЕ ДАННЫЕ И ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Попов В.С.

*Российский государственный геологоразведочный университет,  
Москва, vicropov@yandex.ru*

Последние годы изучения Урала характеризуются лавинообразным накоплением новых изотопных геохронологических данных. Результаты прямого датирования мантийных ультрамафических и мафических пород, развитых в офиолитовых поясах, Платиноносном поясе Урала и других зонах кардинально меняют представления о геологической эволюции Урала и открывают перспективы для дальнейших исследований.

Изотопные датировки подтвердили выводы С.В. Москалевой (1972, 1974) о доордовикском возрасте ультрамафических пород в офиолитовых поясах Урала, основанные на геологических наблюдениях. Ультрамафиты предшествовали излиянию ордовикских базальтов и внедрению силурийских и девонских габбро и плагиогранитов, известных в офиолитовых поясах (Ферштатер и др., 2000; Смирнов и др., 2009; Разумовский и др., 2009).

Палеопротерозойские (2000-1800 млн. лет) гарцбургиты, представляющие деплетированный реститовый материал (Вахрушева, 2007; Батанова и др., 2009), противопоставляются позднерифейским, вендским и кембрийским (850-500 млн. лет) ультрамафическим и мафическим породам разного состава и генезиса. Среди них различаются (1) породы дунит–верлит–клинопироксеновой магматической ассоциации (ДВКА); (2) деформированные полосчатые перидотиты, (3) шпинелевые лерцолиты, (4) хромит-содержащие дуниты (Гурская и др., 2004; Савельева и др., 2007; Вахрушева, 2007; Tessalina et al., 2007; Попов и др., 2008; Батанова и др., 2009; Иванов и др., 2009; Смирнов и др., 2009). В массивах Нурали и Миндяк верлиты и оливиновые клинопироксениты, относящиеся к ДВКА, и лерцолиты характеризуются общими Sm-Nd изохронами (Попов и др., 2008). Изотопные данные и геологические соотношения указывают на то, что породы (2-4) представляют собой древние гарцбургиты, модифицированные под влиянием просачивавшихся сквозь них магматических расплавов, которые формировали ДВКА.

Несмотря на отсутствие прямых доказательств и множество геологических и геофизических противоречий, популярной остается модель, согласно которой офиолитовые пояса Урала рассматриваются как фрагменты палеозойской океанической коры, состоящей из генетически связанных и разновозрастных базальтов, габброидных кумулатов и комплементарных мантийных перидотитовых реститов (гарцбургитов и дунитов). Эта модель находится в противоречии с изотопными данными, указывающими на то, что в офиолитовых поясах пространственно совмещены разновозрастные комплексы, причем ультрамафические породы и часть габбро были сформированы значительно раньше ордовикских базальтов, а другие габброидные плутоны были внедрены позднее базальтов.

Частичное плавление верхней мантии, которое привело к формированию гарцбургитовых реститов, произошло не позднее, чем 1800-2000 млн. лет тому назад (Батанова и др., 2009), т.е. во время становления карельского фундамента. В течение кадомского цикла (поздний рифей–ордовик) существовали рифты, которые заполнялись позднерифейскими–вендскими вулканитами, осадками и интрузивными телами ДВКА. Замыкание вендских рифтов в обстановке сжатия привело к возникновению первой генерации офиолитовых поясов, размещенных среди доордовикских пород Центрально-Уральского, Восточно-Уральского и Зауральского поднятий и сложенных апогарцбургитовыми серпентинитами, которые испытали специфический метаморфизм (Варлаков, 1995; Варлаков и др., 1998). Ультрамафические породы частично были выведены на древнюю денудационную поверхность, и продукты их размыва обнаружены в ордовикских осадочных породах (Москалева, 1972, 1974; Белгородский, Моисеев, 2006). Под воздействием расплавов, породивших неопротерозойские интрузивные системы ДВКА, гарцбургиты превращались в хромит-содержащие дуниты (на малых глубинах) или испытывали рефертилизацию с образованием вторично обогащенных лерцолитов, аналогично тому, как это происходило в массивах Лерц

(Le Roux et al., 2007) и Ронда (Bodinier et al., 2008). Замыкание ордовикских рифтов сопровождалось формированием следующей генерации офиолитовых поясов и/или усложнением структуры ранее существовавших сутур, в составе которых появились ордовикские базальты и более молодые габброиды. Многократные деформации офиолитовых поясов в среднем–позднем палеозое и мезозое привели в конечном итоге к формированию тех тектонических швов и связанных с ними краевых аллохтонов, которые разделяют в настоящее время основные тектонические блоки уралаид.

Формирование ДВКА в Платиноносном поясе Урала традиционно связывается с субдукцией и развитием палеозойского островодужного вулканизма. Как следует из изотопных данных (Попов, Беляцкий, 2006; Попов и др., 2009; Ефимов и др. 2009), самая ранняя (главная по объему и платиноносности) генерация ДВКА была сформирована в позднем венде–кембрии (550-520 млн. лет), когда островных дуг на месте Тагильского прогиба не существовало. Вендские вулканиды островодужного типа известны лишь в Сакмарской зоне Южного Урала (Самыгин и др., 2007). Массивы ДВКА в Платиноносном поясе трассируют поздневендскую–кембрийскую рифтовую зону, которая пересекала Тимано-Уральское сводовое поднятие. Впоследствии этот рифт не был превращен в офиолитовую сутуру, а предопределил локализацию протяженного пояса силурийских габброидных плутонов. Вторая генерация ДВКА была сформирована в конце ордовика (445-440 млн. лет) на финальной стадии кадомского цикла одновременно с формированием миаскитов Вишневогорского и Ильменогорского плутонов и заложением ордовикских базальтовых рифтов, маркирующих начало каледонского тектономагматического цикла. Третья генерация ДВКА (415-400 млн. лет, поздний силур–ранний девон), развитая на Южном Урале, завершает каледонский цикл в Сакмарской зоне (Пушкарев и др., 2008; Краснобаев и др. 2009). Близкий возраст имеют клинопироксен-содержащие гарцбургиты Кемпирсайского аллохтона, прорванные клинопироксенитовыми дайками (Melcher et al., 1999), что подтверждает связь рефертилизации древних деплетированных гарцбургитов с магматическим воздействием ДВКА независимо от возраста этой ассоциации.

Интересны данные о возрасте цирконов, выделенных из дунитов Кытлымского и Нижнетагильского массивов ДВКА в Платиноносном поясе Урала. В трех независимых сериях проб (Bea et al., 2001; Кнауф, 2008; Малич и др. 2009) установлены одни и те же возрастные группы единичных зерен циркона (330-381, 585-790, 1213-1608, 2556-2852 млн. лет). Цирконы, имеющие возраст 1831-1892 и 2591-2682 млн. лет, были обнаружены в дунитах массива Гальмознан в Корякском нагорье (Кнауф, 2008). Захват дунитовыми реститами сходных наборов чужеродных коровых зерен цирконов разного возраста мало вероятен. Скорее цирконы связаны с формированием самой ДВКА (Кнауф, 2008). Можно предположить, что архейские и палеопротерозойские цирконы первоначально содержались в гарцбургитовом или лерцолитовом протолите; мезопротерозойские цирконы образовались при формировании верлитового источника ДВКА, который является продуктом карбонатного метасоматизма гарцбургитового или менее деплетированного лерцолитового протолита и его последующей декарбонатизации в процессе подъема и снятия давления (Попов, 2005; Роров, 2009); неопротерозойские цирконы кристаллизовались из расплавов, формировавших ДВКА, а палеозойские цирконы возникли в процессе метаморфизма древних дунитов.

Таким образом, изотопные геохронологические данные позволяют рассматривать Уральский подвижный пояс не как след эфемерного палеозойского океана, а как итог длительной полициклической эволюции зоны активного мантийного магматизма внутри посткарельского континента (Попов, 2007) на протяжении 1.6 млрд. лет. Рассмотренные изотопные данные относятся к возрасту магматических пород и их источников и не распространяются на возраст промышленного хромитового, платинометального и частично титаномагнетитового оруденения, который может быть и более молодым. Эта тема требует специального рассмотрения с учетом многократных эпигенетических изменений ультрамафических пород.