

**РОЛЬ ФЛЮИДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ
В ФОРМИРОВАНИИ УЛЬТРАБАЗИТОВ УРАЛА**

Шмелев В.Р.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, shmelev@igg.uran.ru

Изучение ультрабазитов офиолитовых и концентрически-зональных комплексов Полярно-уральского альпинотипного (массивы Сыум-Кеу, Рай-Из и Войкарский) и Платиноносного поясов Урала (Нижнетагильский массив) показало, что эти образования, несмотря на явное различие, характеризуются особенностями, указывающими на существенную роль в их формировании флюидно-магматических процессов.

Мантийные ультрабазиты представленные лерцолитами, гарцбургитами и дунитами, по минералогическим и петро-геохимическим характеристикам заметно отличаются от реститов, образующихся при частичном плавлении мантийного вещества. При сравнении редкоземельных составов пород с модельными составами тугоплавкого остатка, устанавливается необычное обогащение легкими и даже средними (не мобильными) лантаноидами; кроме того, породы демонстрируют обогащение несовместимыми редкими элементами – цирконием, ниобием, гафнием, стронцием. Отмеченные особенности свидетельствуют, что ультрабазиты подверглись флюидно-магматической *рефертилизации*, при инфильтрации через них расплавов и/или флюидов. Предполагается, что с этим высокотемпературным процессом в восстановленных условиях, сопряжено образование ультрабазитов с отчетливой отрицательной Eu-аномалией, широко распространенных в массивах пояса.

На минералогическом уровне, с рефертилизацией связано появление структурно равновесного амфибола (паргасита) и, вероятно новообразованных минеральных фаз (диопсид, богатые РРЗЭ акцессории) на границах зерен, являющихся потенциальными каналами миграции вещества. Последнее предположение подтверждается высокими концентрациями легких лантаноидов в продуктах селективного (межзернового) выщелачивания ультрабазитов. При воздействии на ультрабазиты недосыщенных кремнеземом островодужных расплавов происходила их реакционная *депироксенизация* с образованием дунитов и хромитов в динамически активных зонах. Об этом свидетельствуют структурные особенности пород, отчетливое обогащение акцессорной шпинели титаном и сопоставимые с гарцбургитами содержания РЗЭ в дунитах.

Ультрабазиты зональных комплексов представленные дунитами и клинопироксенитами, до настоящего времени являются предметом петрогенетических и геодинамических дискуссий, рассматриваясь, как магматические, либо мантийно-метасоматические образования. Изучение классического Нижнетагильского зонального комплекса показало, что, не смотря на значительные деформационные преобразования, ультрабазиты сохранили черты ранней магматической истории [1]. В них постоянно отмечаются идиоморфные кристаллы оливина, фрагменты *tiling*-структур компактизации зерен и специфические типы ориентировок минералов. В связи с этими обстоятельствами была предпринята попытка обнаружения в дунитах проявлений ранних процессов на границах зерен, являющихся потенциальными каналами миграции расплавов и флюидов.

При электронно-микроскопическом и микронзондовом изучении свежих дунитов (с глубин более 300 м) впервые было установлено, что большая часть межзерновых границ не является обычными поверхностями контакта, а представляют собой области (шириной до 30 μm) двухфазного или более сложного строения. Элементное картирование показало, что эти фазы отличаются от оливина матрицы по содержанию кальция, железа, кремния и других элементов. Обогащенная кальцием фаза I соответствует маложелезистому ($f = 2.5-3.5\%$) диопсиду, который в сравнении с интеркумулусным клинопироксеном дунитовой матрицы имеет предельно низкие содержания алюминия, хрома и титана. Фаза II непосредственно «выполняющая» межзерновые промежутки и вмещающая диопсид фазы I соответствует оливину, который отличается от оливина матрицы низкой железистостью ($f = 3.7-5.4\%$) и практически не содержит кальций.

Существование необычных минеральных фаз в свежих дунитах Нижнетагильского массива, маркирующих границы зерен, свидетельствует о том, что последние действительно являлись активными «каналами» миграции вещества. Анализ установленных особенностей указыва-

ет на относительно независимое формирование этих необычных фаз. С процессом диффузионного выщелачивания или инфильтрационного *посткумулясного метасоматоза* [2] было сопряжено образование маложелезистого оливина. В качестве агента инфильтрации выступал интеркумулясный флюидизированный расплав, существовавший в системе и удаляемый в процессе адкумулятивной компакции дунитов. При снижении температуры процесса происходила кристаллизация небольших количеств позднемагматической водосодержащей фазы – антигорита. Образование межзерновых «шлиров» диопсида, объясняется непосредственной кристаллизацией из предельно истощенной элементами примесями (Al, Ti, Cr) остаточной интеркумулясной жидкости, удаляемой в ходе компакции. Доказательств образования такого диопсида в процессе собирательной кристаллизации компонентов, высвобождаемых при выщелачивании оливина матрицы, не обнаружено.

Таким образом, в возникновении особенностей состава и строения двух различных типов образований – мантийных ультрабазитов и ультрабазитов (дунитов) зональных комплексов, определенно принимали участие процессы, связанные с миграцией флюидов и расплавов. Мантийные ультрабазиты испытали флюидно-магматическую рефертилизацию, которая изменила их первичные геохимические характеристики, а также реакцию депироксенизацию с образованием дунитов и связанных с ними хромитовых проявлений в зонах хрупко-пластичных деформаций. В ходе преобразований ультрабазиты обогащались легкими редкоземельными и несовместимыми редкими элементами, которые концентрировались преимущественно в аксессуарных (циркон и др.) минералах на границах зерен. В ультрабазитах зональных комплексов признаки подобного внешнего воздействия отсутствуют, однако в них обнаруживаются следы миграции остаточного интеркумулясного флюидизированного расплава на границах зерен. Его частичная кристаллизация продуцирует появление второй (обедненной Al, Cr) генерации межзернового интеркумулясного диопсида, а сопряженное инфильтрационное выщелачивание (метасоматоз) – образование маложелезистого, лишенного примесей оливина. В дунитах зональных комплексов, подобно мантийным ультрабазитам, отмечено присутствие цирконов, природа которых пока недостаточно ясна.

С учетом вышесказанного, представляется крайне важным при решении вопросов петрогенезиса ультрабазитов и ассоциирующихся с ними образований, проводить структурное, минералогическое и геохимическое изучение межзерновых границ, являющихся потенциальными каналами миграции флюидов и расплавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмелев В.Р., Филиппова С.С. Структура и механизм формирования Нижнетагильского дунит-клинопироксенитового массива (Средний Урал) // Геотектоника. 2010. № 4. С. 65-86.
2. Irvine T.N. Magmatic infiltration metasomatism, double-diffusive fractional crystallization, and adcumulus growth in the Muskox Intrusion and other layered intrusions // Physics of Magmatic Processes. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1980. P. 325-383.