

**МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ УРАЛЬСКОГО ОРОГЕНА  
(СРЕДНИЙ И ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**Ферштатер Г.Б.**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
e-mail: fershtater@igg.uran.ru*

**MAFIC-ULTRAMAFIC MAGMATISM OF THE URALIAN OROGEN  
(CENTRAL AND SOUTH URALS)**

**Fershtater G.B.**

*Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia  
e-mail: fershtater@igg.uran.ru*

Spreading, subduction and rift related mantle magmatism of the Central and South Urals are considered. The age of such magmatism is older than 390 Ma.

Урал – один из немногих орогенов планеты, в котором мантийный мафит-ультрамафитовый магматизм широко развит и представлен в наиболее полном виде. В данном сообщении рассматривается только палеозойский, т.е. собственно орогенный магматизм. Большая часть продуктов этого магматизма имеет возраст древнее 390 млн. лет. Их появление в структуре орогена обязано субдукции и сопряженным с ней обдукции и рифтогенезу.

Выделяются три главные группы магматических ассоциаций, содержащих ультрамафиты: условно океанические (офиолитовые) и тесно ассоциированные с ними расслоенные дунит-верлит-габброидные комплексы (1), условно континентальные существенно лерцолитовые и связанные с ними расслоенные дунит-верлит-габбро-диоритовые комплексы (2) и условно островодужные дунит-клинопироксенит-габброидные (платиноносные) комплексы. Особую группу составляют роговообманковые габбро, имеющие возраст 370-250 млн. лет, ассоциированные с гранитоидами и не обнаруживающие связи с ультрамафитами.

Фрагменты офиолитовых комплексов широко развиты на Урале преимущественно в виде бескорневых массивов апогарцбургитовых серпентинитов. В зоне Главного Уральского разлома (ГУР) и западнее ее в так называемой Сакмарской зоне сосредоточены крупнейшие и наиболее хорошо сохранившиеся офиолитовые комплексы, в том числе Кемпирсайско-Хабарнинский. Изотопный возраст пород Кемпирсайского массива определен разными авторами и разными методами в интервале 427-380 млн. лет, отражающем разные этапы его становления и преобразования. Фаунистический возраст базальтовых пиллоу-лав, вулканической составляющей Кемпирсайско-Хабарнинского комплекса, отвечает среднему ордовику, т.е. примерно 460 млн. лет. По-видимому, эта цифра примерно и отвечает одной из стадий спредингового океанического или задугового этапа магматизма. Время обдукции существенно гарцбургитовых фрагментов офиолитовых комплексов в структуры континентальной коры, сопровождающей субдукцию, определяется по возрасту метаморфических преобразований пород, вмещающих тектонические аллохтоны, как 415-405 млн. лет. Такой же и более молодой возраст имеют сопряженные с гарцбургитовыми аллохтонами расслоенные дунит-верлит-клинопироксенитовые массивы.

Обдукция сопровождается магматизмом, в ходе которого формируются:

– дунит-клинопироксенит-вебстерит-габброноритовая расслоенная залежь в восточном борту Хабарнинского массива (Восточно-Хабарнинский массив) и небольших кольцевых интрузивов такого же состава в гарцбургитах Хабарнинского массива (415 млн. лет), принадлежащих молостовскому комплексу [25, 46];

– крупный верлит-троктолит-габбровый расслоенный Кокпектинский интрузив в западной части Кемпирсайского массива, возраст которого составляет около 400 млн. лет, и Аккермановско-Кирпичинский расслоенный дунит-клинопироксенит-габбро-плагиогранитный интрузив и сопровождающие его параллельные диабазовые и плагиогранитные дайки, который прорывает и перекрывает хабарнинские гарцбургиты;

– рой спессартитовых даек, прорывающих гарцбургиты, Восточно-Хабарнинский и Кокпектинский расслоенные массивы, а также вмещающие породы, в том числе и породы континентальной коры;

– обдукционные гранат-турмалин-кордиеритовые граниты, фиксирующие наиболее поздние эпизоды обдукционных движений (ранний девон, 394-395 млн. лет) и развитые в подошве надвигов, сложенных расслоенными интрузивами.

С обдукцией связано и появление в структуре Уральского орогена существенно лерцолитовых массивов, представляющих континентальную литосферу, а также сопровождающих их магматических пород. Последние образуют расслоенные верлит-габбро-диоритовые массивы с возрастом около 400 млн. лет, т.е. примерно одновозрастные вышеупомянутым расслоенным интрузивам Сакмарской зоны.

На Среднем Урале базит-гипербазитовый магматизм, наиболее полно представлен в зоне, которая в современной структуре Урала известна как Тагильская мегазона (ТМЗ), объединяющая две подзоны. В западной подзоне развиты зональные верлит-клинопироксенит-габбровые массивы Платиноносного пояса Урала (ППУ), а в восточной – вулканоплутонические дифференцированные базальтоидные серии.

В пределах ППУ выделены следующие четыре ассоциации (в порядке формирования, установленном по геологическим соотношениям): две главные: дунит-клинопироксенит-габбровая и собственно габбровая, и две второстепенные: лейкогаббро-анортозит-плаггиогранитная и жильных мелкозернистых амфиболовых габбро. Габброиды перечисленных выше серий фиксируют эволюцию от известково-щелочных до толеитовых составов, что, по-видимому, связано с формированием Платиноносного пояса в зоне раздвигания. Известково-щелочной магматизм заканчивается в раннем девоне (410-400 млн. лет) формированием габбро-диорит-гранитоидной серии горы Ермакова, после которой примерно через 50 млн. лет внедряются жильные амфиболовые габбро толеитового типа, преобразованные в габбро-амфиболиты.

Многочисленные изотопные исследования возраста пород ППУ в последние годы выполнены различными методами, выявившими широкий возрастной диапазон их формирования от 560 до 340 млн. лет. Зачастую нелегко разобраться, обусловлены ли возрастные различия особенностями эволюции разных изотопных систем, каждая из которых имеет свою температуру «запуска изотопных часов», либо действительными эпизодами магматизма. Анализ имеющихся к настоящему времени наших данных по цирконам показывает, что возраст габброидов ППУ, по крайней мере в его южной части, представленной крупным Тагило-Баранчинским массивом, варьирует в пределах 460-420 млн. лет (от позднего ордовика до среднего силура) с двумя четкими максимумами – около 440 и 420 млн. лет. Первый из них отвечает оливиновым габбро-норитам и габбро-норитам, т.е. маловодному магматизму, а второй – роговообманковым габбро, продуктам богатых водой магм.

Интрузивные породы восточной подзоны ТМЗ являются комагматами соответствующих вулканитов и образуют, по Д.С. Штейнбергу, единый цикл базальтоидного магматизма, синхронный по возрасту с ППУ.

Изменения информативных характеристик химического состава в возрастном ряду интрузивных магматических формаций строго гомодромны, как и в отдельно взятой серии, являющейся продуктом фракционной кристаллизации единой исходной базальтовой магмы. Данный эволюционный ряд имеет и пространственные координаты. С запада на восток практически бескалевая серия габбро-плаггиогранитная серия сменяется известково-щелочной с более высоким содержанием калия, а последняя – богатой калием габбро-сиенитовой, что примерно соответствует типовой зональности современных островных дуг в направлении от океана к континенту и, по-видимому, отражает рост мощности континентальной коры в процессе эволюции ордовикско-силурийского магматизма.

Вулканоплутонический магматизм ТМЗ завершается ауэрбаховской габбро-гранитоидной серией, с которой связаны известные железорудные и медные месторождения. Цирконовый возраст пород составляет примерно 400 млн. лет, что близко к возрасту самой молодой в ППУ серии горы Ермакова. По-видимому, можно говорить о примерно одновременном (в возрастном интервале 405-400) прекращении эндогенной активности в ТМЗ, которая к этому времени, возможно, представляла собой континентальную окраину.

Состав исходной магмы для всех раннеорогенных комплексов отвечает ультрамафитовому или мафитовому, т.е. является мантийным по магматическому источнику. Наиболее близкие к составу исходных магматических расплавов габброиды обладают геохимическими особенностями надсубдукционных образований. Среди этих особенностей отметим отрицательные аномалии на спайдерграмме высокозарядных элементов (Nb, Ti, Zr) и положительные – Ba и Sr. Распределение РЗЭ – типично островодужное (надсубдукционное) с варьирующим La/Lu отношением, как правило, больше 1. Такие геохимические особенности могут свидетельствовать о том, что по своему тектоническому положению этот магматический источник представлял собой метасоматизированный мантийный клин.

Не только геохимические, но и изотопные особенности уральских магматических пород во многом определяются влиянием субдукции. Все породы возрастного интервала 460-290 млн. лет образуют практически единый тренд в координатах  $\epsilon\text{Nd}-\epsilon\text{Sr}$ , отклонение которого от мантийного можно объяснить именно влиянием субдуцируемого слэба.

Особенности цирконов из мантийных по своему источнику раннепалеозойских пород, в частности, наличие среди них протерозойских разностей, позволяет предположить, что выше метасоматизированного мантийного клина на глубине 40-25 км в ордовикско-силурийское время располагался блок «доуральского» фундамента (возможно, представленный породами Восточно-Европейской платформы), на котором и была заложена Тагильская мегазона. По своей геодинамической природе эта мегазона по-видимому, представляла собой надсубдукционную рифтогенную структуру, южное окончание которой уходило в блок континентальной коры, представленный сейчас Ильменогорским метаморфическим комплексом.

Закономерность развития палеозойского магматизма Урала заключается в смене мантийного ордовик-силур-ранне- и среднедевонского магматизма, кратко рассмотренного в настоящем сообщении, позднедевонско-каменноугольным мантийно-коровым, главными продуктами которого являются габбро-тоналит-гранодиорит-гранитные батолиты, а последнего – коровым гранитным магматизмом пермского возраста. Все мантийные производные послесреднедевонского возраста на Урале являются продуктами кристаллизации богатых водой расплавов и представлены преимущественно роговообманковыми габброидами. Отмеченные выше закономерности эволюции уральского магматизма нарушаются формированием рифтов и дуговых континентальных структур, в которых локализованы специфические магматические комплексы (раннекаменноугольная магнитогорская габбро-гранитоидная серия или раннепермская монцодиорит-гранитная степнинская), не укладывающиеся в отмеченную генеральную схему эволюции.

### **НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕНЕЗИСУ УРАЛЬСКИХ ДУНИТОВ ПЛАТИНОНОСНОГО ТИПА: ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВОЗРАСТА И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЦИРКОНОВ**

**Ферштатер Г.Б., Краснобаев А.А.**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
e-mail: fershtater@igg.uran.ru*

### **NEW DATA ON THE GENESIS OF THE URALIAN «PLATINUM» TYPE DUNITES: INTERPRETATION OF THE AGE AND GEOCHEMICAL FEATURES**

**Fershtater G.B., Krasnobaev A.A.**

*Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia  
e-mail: fershtater@igg.uran.ru*

The zircons from dunites of Kos'va, Sakhara and East Khabarn Uralian-Alaska type massifs belong to the same groups which are as follow: 1) Archaean, mantle in origin, >2800 Ma; 2) Proterozoic,