

Породы мантии на поверхности Земли

А. Л. Книппер
Кандидат геолого-минералогических наук



Андрей Львович Книппер, старший научный сотрудник лаборатории сравнительной тектоники и магматизма Геологического института АН СССР. В течение последних лет занимается проблемой размещения и происхождения ультраосновных пород в молодых складчатых областях Альпийского пояса.

Ультрабазиты — породы, чуждые земной коре

Если вы когда-нибудь бывали на станции московского метро «Преображенская», то, наверное, обратили внимание на красивую зеленоватую облицовку ее колонн. Блестящая, иногда с черными крапинками и полосами, она вызывает какое-то скользко-холодное ощущение и очень напоминает кожу змеи. Эта горная порода, очевидно, производила одинаковое впечатление и на уральских рудознатцев, и на потомков древних римлян, и на греков: все они окрестили ее удивительно одинаково, произведя название от слова «змея». Первые называли ее змеевиком, вторые — серпентином, а третьи — офиолитом.

Серпентиниты, как теперь называют эту породу большинство геологов, представляют собой продукт изменения ультраосновных пород¹ — дунитов, перидотитов и пироксенитов, с которыми геологов связывает старая дружба. Дело в том, что эти породы вот уже многие века дают человечеству хромиты, никель, золото, платину, ртуть, асбест, тальк и некоторые другие полезные ископаемые.

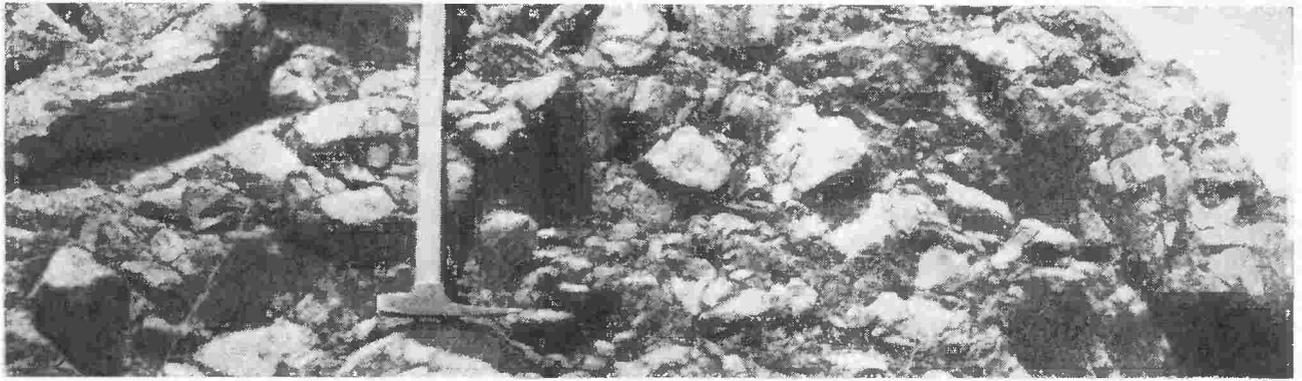
Важная особенность ультраосновных пород состоит в том, что они слагают гигантские (хотя и узкие) пояса, протягивающиеся на огромные расстоя-

ния через континенты. Самым большим из таких поясов является Тихоокеанский, он опоясывает западное и часть восточного побережья Тихого океана от Калифорнии и Аляски до Японии и Австралии. Другой, не менее крупный пояс протягивается вдоль всей Альпийской области Евразии — от Италии на западе до Бирмы и Суматры на востоке. По сравнению с этими зонами такие общеизвестные области развития ультраосновных пород, как Аппалачская, Кубинская, Уральская, Казахстанская и Алтае-Саянская, вообще кажутся «мелочью», хотя длина одного Уральского ультраосновного пояса—2500 км. Но ультраосновные породы распространены не только на поверхности континентов. Как это стало известно сравнительно недавно, их выходы протягиваются вдоль центральных частей срединноокеанических хребтов в Атлантическом и Индийском океанах. Можно думать, что общая их площадь на дне океанов значительно больше той, которую мы знаем в настоящее время.

Таким образом, несмотря на то, что в процентном отношении ультраосновные породы имеют подчиненное значение в общем объеме горных масс, слагающих земную кору, они все же являются ее необходимой составной частью.

Однако ультраосновные породы (иначе ультрабазиты или гипербазиты) — образования необычайно своеобразные и по своему составу и по геохимической характеристике абсолютно чужды породам земной коры, так же как был бы чужд дипло-

¹ Ультраосновные породы — общее название для группы пород с незначительным количеством кремнезема. Состоят только из одного или нескольких цветных минералов, главным образом оливина и пироксенов; при преобладании оливина порода называется дунитом, три преобладания пироксенов — пироксенитом.



Каждое серпентиновое тело — это множество блоков, состоящих из относительно слабо серпентинизированной породы. Блоки эти разделены серпентинитовыми сланцами или серпентинитовыми милонитами. На снимке — часть серпентинитового тела (Азербайджан)

док или бронтозавр современному животному миру.

Поскольку вряд ли можно предполагать, что гипербазиты имеют метеоритное происхождение, нужно считать, что ультраосновной материал поступает на дневную поверхность из недр нашей планеты, а именно из того слоя, который у геофизиков получил название верхней мантии и который, по всей видимости, сложен породами ультраосновного состава. Глубина залегания верхней корочки этого слоя (поверхность Мохоровичича) под континентами — в среднем 40—50 км, а под океанами — 10—15 км, считая от уровня Мирового океана.

Способ проникновения гипербазитов из верхней мантии на дневную поверхность на первый взгляд кажется абсолютно ясным: огненножидкая ультраосновная магма, подобно базальтам и гранитам, поднимается из недр земного шара и прорывает различные горные породы, слагающие земную кору. Все очень просто и, казалось бы, не вызывает никаких возражений.

Минералогический состав ультраосновных пород (типично магматиче-

ский комплекс минералов), характер залегания (рвущие контакты), тесная связь в пространстве с другими несомненно магматическими образованиями (базальтами), на первый взгляд однозначно решают вопрос в пользу магматической гипотезы. Однако в последнее десятилетие ее сторонникам все чаще приходится отстаивать свою точку зрения.

С чем связаны эти, пока еще довольно робкие, но весьма частые нападки на гипотезу, которая вроде бы является геологической аксиомой и не требует никаких дополнительных доказательств? На мой взгляд, — с тремя обстоятельствами.

Прежде всего, отмечу, что в последнее время исследование гипербазитов перестало быть делом петрографов и петрологов, изучавших в основном само вещество ультраосновных пород. Они стали предметом пристального изучения геологов — картировщиков и тектонистов, которые, естественно, основное свое внимание уделяют взаимоотношениям ультраосновных тел (как единого целого) с окружающими породами, их положению в структуре определенного региона и месту в истории геологического развития.

Далее. Бурно шагнувшая за последние 10—15 лет геофизика дает геологам все новые и новые данные о строении земной коры и верхней мантии. Предположения геофизиков о составе различных слоев земного шара, температурах и давлениях на больших глубинах уже не могут легко отбрасываться при геологических

построениях, как это делалось еще совсем недавно.

И, наконец, последнее обстоятельство. Так же как и геофизические данные, результаты лабораторных экспериментов по созданию термодинамических условий (плавления и кристаллизации при высоких температурах и давлениях), близких к таковым в верхней мантии, необычайно сужают полет нашей бурной геологической фантазии.

Здесь мы попытаемся разобраться в ряде весьма сложных вопросов, связанных с происхождением только одной из групп ультраосновных пород — той, которой уральские геологи присвоили название дунит-гарцбургитовой формации. В последнее время многие петрологи склонны называть ее просто гипербазитовой формацией. Эти же породы западноевропейскими и американскими исследователями объединяются под названием альпинотипных перидотитов или альпинотипных серпентинитов. Все эти термины являются синонимами, хотя в их названии уже отражен подход определенных групп геологов к изучению ультрабазитов.

Термины дунит-гарцбургитовая и гипербазитовая формация — скорее петролого-петрографические, так как подразумевают определенную геохимическую характеристику и состав пород, а также соотношение различных пород внутри формации. Альпинотипный серпентинит — термин скорее тектонический, так как во главу угла в нем ставится положение ульт-

раосновных пород в структурах земной коры определенного типа.

Начнем свои исследования с того, с чего обычно начинает любой геолог: поедем в поле.

«Холодные интрузии»

В полевых условиях мы немедленно обнаружим, что каждый из ультраосновных поясов состоит из цепочек массивов, величины которых варьируют в очень больших пределах. Встречаются тела длиной в 20—30 м, но нередко и массивы, протягивающиеся на первые сотни километров.

Внутренняя структура отдельных массивов крайне неоднородна. Эта неоднородность, в первую очередь, заключается в том, что каждый из них очень сильно раздроблен и состоит из множества то относительно крупных, то мелких блоков, которые разделены перетертыми и рассланцованными породами — тоже ультраосновными. Кроме того, наблюдается и неоднородность состава этих массивов. Дело в том, что внутри почти каждого из них встречаются самые разнообразные по величине (вплоть до десятков кубических километров) включения пород, не имеющих никакого отношения к ультрабазитам. Это — кристаллические сланцы, мраморы, габбро, базальты, кремнистые сланцы, радиоляриты, известняки, конгломераты и многие другие породы. Необычайно интересен тот факт, что все эти породы встречаются только среди рассланцованных, брекчированных и перетертых серпентинитов и никогда не были найдены внутри массивных перидотитов и дунитов. Но самое, пожалуй, поразительное состоит в том, что эти породы, погруженные целиком в ультрабазиты и как бы плавающие в них, не несут никаких следов воздействия ультраосновной магмы. Никаких следов высокотемпературного метаморфизма нет и в породах, вмещающих альпинотипные перидотиты. Это настолько поразительно и постоянно, что никак не может быть явлением случайным.

Все, о чем мы рассказали, может привести только к одному выводу: ультраосновное вещество в момент его внедрения было относительно холодным и плотным. Именно поэтому «холодные интрузии» в момент их внедрения оказались раздробленными и перетертыми, захватили с собой куски прорванных ими пород и не дали активных контактов ни с экзотическими включениями, ни с вмещающими их породами.

Сам процесс холодного внедрения ультраосновных пород под влиянием тектонических сжатий в настоящее время никем не оспаривается. Подобного типа «холодные интрузии» получили после работ великого английского ученого Ч. Лайеля название протрузий.

Однако факт признания протрузий немедленно влечет за собой следующий вопрос: каковы масштабы этого явления? Может быть, протрузионный способ внедрения альпинотипных перидотитов — единственно возможный, а магматический способ или вообще невозможен, или же играет крайне незначительную роль? Ведь именно это утверждают сторонники так называемой мантийной гипотезы, по мнению которых тела альпинотипных перидотитов — не что иное, как куски мантии, перемещенные в виде протрузий в верхние части земной коры.

В настоящее время мантийная и магматическая гипотезы становления ультрабазитов в верхней части земной коры наиболее популярны среди геологов, хотя последняя имеет несравненно большее число приверженцев, нежели первая.

Давайте станем сначала на точку зрения последовательного магматиста, а затем — «протрузиониста» и постараемся представить себе, как должно происходить внедрение ультраосновного расплава или холодного блока мантии в верхние части земной коры, что при этом должно произойти и насколько хорошо эти представления будут увязываться с известными нам фактами.

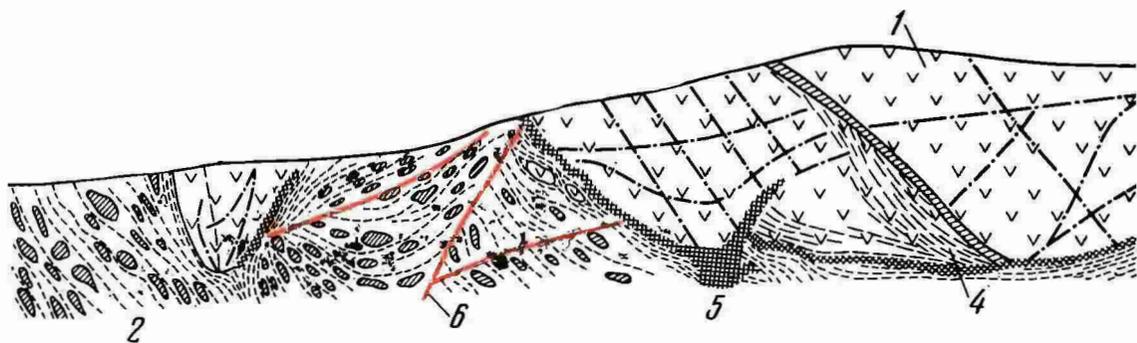
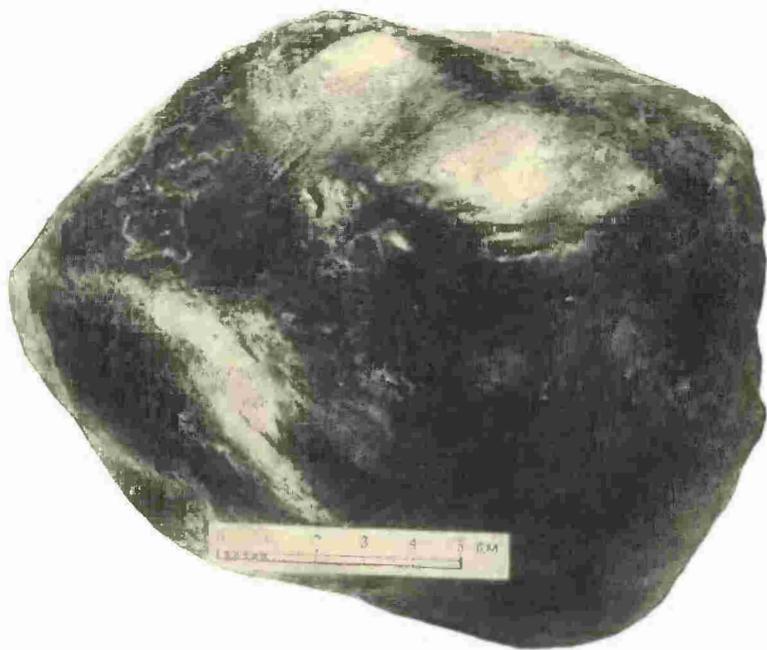
Магматический способ внедрения гипербазитов

Необходимым условием для сторонника магматической гипотезы является существование ультраосновного расплава, который возникает при переплавлении вещества верхней мантии (в этом, кажется, в настоящее время убеждены все). Известно, что мощность слоя верхней мантии под континентами и океанами равна примерно 50 км. Ниже располагается так называемый слой Гутенберга, или волновод. В его пределах происходит выплавление базальтовых магм, которые затем, пройдя через вышележащие слои земного шара, изливаются на поверхность нашей планеты.

Поскольку ультраосновное вещество более тугоплавко, чем базальтовое, заранее можно предполагать, что температурные условия для выплавления ультраосновной магмы отсутствуют вплоть до поверхности волновода. Подтверждается это следующим: в базальтовых лавах содержатся оплавленные включения ультраосновных пород, захваченные в твердом виде из пород верхней мантии. К такому же выводу мы придем, если сопоставим кривую распределения температур внутри земной коры и верхней мантии с кривой, соединяющей точки плавления ультраосновных пород при соответствующих температурах и давлениях. Мы увидим, что эти две кривые, по крайней мере до поверхности волновода, не пересекаются. Следовательно, распределение температур и давлений внутри верхней мантии в нормальных условиях не дает возможности получить ультраосновную выплавку.

Поэтому для выплавления ультраосновной магмы из подкорового субстрата необходима какая-то дополнительная энергия, дающая резкое локальное повышение температур. Эта энергия, по-видимому, может возникать лишь за счет преобразования механической энергии в тепловую в результате каких-то механических нарушений в пределах верхней мантии. Скорее всего, подобные деформации возникают в начальные этапы развития крупных прогибов земной коры—

Все серпентинитовые блоки (или будины) как бы обжаты и имеют округлую, эллипсоидальную, углого- или кирпичеобразную форму. Их края всегда сглажены, а поверхность представляет собой сплошное зеркало скольжения. На снимке — блок серпентинита со сглаженными краями (Новая Зеландия)



Включение лав кислого состава (1) в серпентинитах (2) в районе г. Санта-Клара (Куба). Включения разбиты трещинами (3) и в краях рассланцованы (4); серпентиниты сильно раздроблены, перетерты — милонитизированы (5), разбиты многочисленными трещинами (6) и рассланцованы (рис. Р. Кабрера и автора)

геосинклиналей, в момент заложения крупных расколов, рождающихся в глубинах мантии. В дальнейшем вдоль этих расколов, как по каналам, и двигались вверх гипербазиты и базальтоидные расплавы. Это предположение подтверждается тем, что гипербазиты пространственно связаны с базальтоидными толщами, изливавшимися в самые начальные моменты развития какой-либо геосинклинальной зоны.

Следовательно, если возникновение ультраосновного расплава и возможно, то оно резко локализовано во времени и должно относиться к категории явлений весьма редких.

Однако все же предположим, что ультраосновная выплавка возникла. Каков будет ее дальнейший путь в более верхние части земной коры и что с ней произойдет? Здесь, вероят-

но, возможны два варианта. Первый: ультраосновной расплав быстро поднимается в самые верхние горизонты земной коры, где и произойдет его кристаллизация. Второй: ультраосновная магма движется очень медленно или задерживается где-то в промежуточной магматической камере. В этом случае частичная кристаллизация расплава происходит в глубоких частях нашей планеты, а в верхнюю часть земной коры проникает уже кашеобразная, полураскристаллизованная масса, состоящая из кристаллов оливина и пироксена¹, плавающих в каком-то количестве остаточного расплава.

Рассмотрим сначала первый вариант, при котором ультраосновная магма из области высоких температур и давлений быстро попадает в термодинамические условия, близкие к атмосферным. Температура этой магмы должна быть достаточно высока, никак не меньше $1000^{\circ}\text{--}900^{\circ}\text{C}$. Однако, как уже отмечалось, высокотемпературный метаморфизм в породах, окружающих гипербазиты, отсутствует. Это — непреодолимый барьер на пу-

тия объема гипербазитов при серпентинизации, прямая серпентинизация оливинов и пироксенов, отсутствие следов выноса магния в породы, окружающие альпинотипные перидотиты, равномерная зернистость ультраосновных пород и др. — все это резко противоречит «классической» магматической гипотезе внедрения гипербазитов в виде огненножидкой магмы.

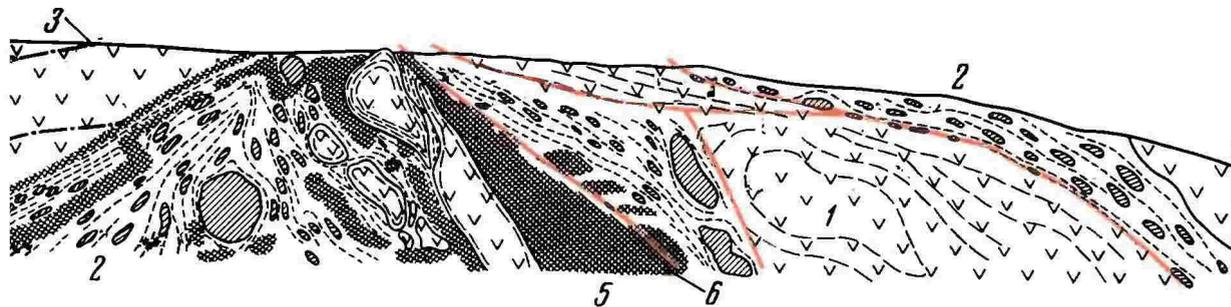
Рассмотрим второй вариант: в промежуточной камере происходит частичная кристаллизация ультраосновного расплава, а затем эта масса, вторично приведенная в движение, внедряется в верхние части земной коры, где застывает и кристаллизуется. Мы разберем эту точку зрения несколько подробнее, поскольку она сейчас очень популярна среди геологов.

На первый взгляд кажется, что это представление достаточно хорошо объясняет факт отсутствия высокотемпературных контактов: магма успела «подостыть» в промежуточной камере. Только надо решить, до какой температуры она могла бы ох-

жих глубинах, где господствует близкая к 1000° температура. Температуры такого порядка, по расчетам геофизиков, существуют только вблизи поверхности волновода. А это значит, что выплавившаяся ультраосновная магма нисколько не продвинулась к поверхности земного шара.

Температурный предел кристаллизации ультраосновной магмы накладывает также существенные ограничения на предположение, что возникшая в каком-то магматическом очаге «каша» затем внедряется в верхние части земной коры. Чтобы это произошло, полужидкая масса на всем своем пути должна сохранять температуру, близкую к 1000° (т. е. все время подогреться), что трудно себе представить, даже обладая богатым воображением.

Кроме того, попробуем представить себе такой промежуточный очаг, в котором произошла частичная кристаллизация расплава, где кристаллы и оливинов, и пироксенов как бы плавают в остаточном расплаве. Необходи-

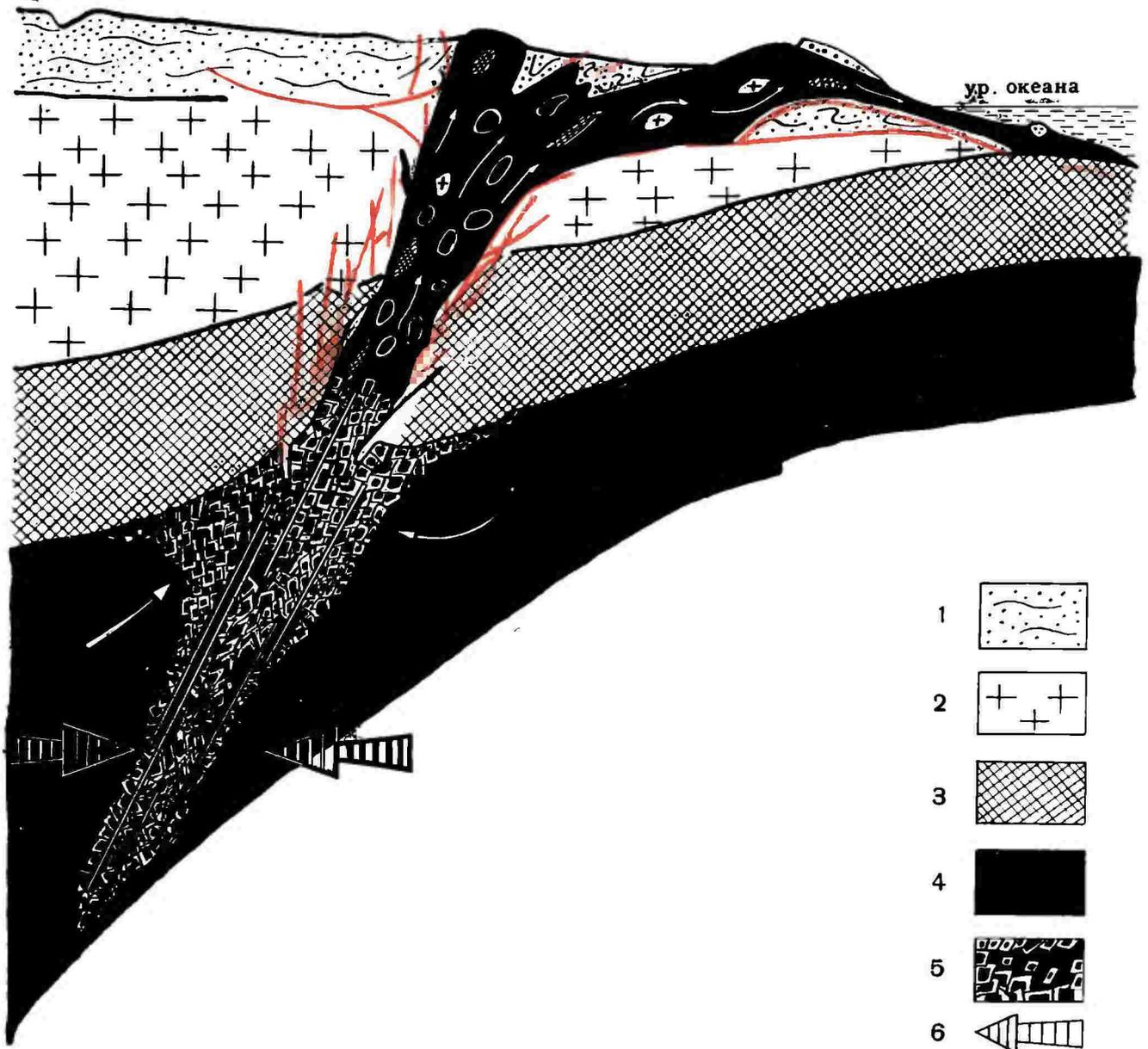


сти сторонников разбираемой гипотезы. Собственно говоря, одного этого факта вполне достаточно, чтобы убедиться в невозможности такого способа внедрения ультраосновной магмы. Однако существует и еще целый ряд обстоятельств, опровергающих эту гипотезу: отсутствие следов увеличе-

диться, оставаясь при этом полужидкой? Как известно, кристаллизация ультраосновного расплава начинается при температурах порядка $1100\text{--}1200^{\circ}\text{C}$, а ниже температуры 1000° (при атмосферном давлении) существование ультраосновного расплава невозможно. Следовательно, для того чтобы происходила медленная кристаллизация расплава, магматический очаг должен находиться на та-

ким предположить, что химический состав этого остаточного расплава будет отличаться от химического состава выпавших ранее минералов. Если эта масса внедряется в верхнюю часть земной коры, где она окончательно и кристаллизуется, то тогда в ультраосновных породах должны наблюдаться две фазы кристаллизации, выраженные как во внутренней структуре пород, так и в их химизме.

¹ Оливин $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$ и пироксены $(\text{Ca, Na, Li})(\text{Mg, Fe, Al})[\text{Si}_2\text{O}_6]$ — минералы из группы силикатов.



Протрузии альпийского типа возникают в результате дробления ультраосновного вещества верхней мантии и перемещения его в верхние слои земной коры в твердом виде. 1 — осадочный слой, 2 — «границный» слой, 3 — «базальтовый» слой, 4 — верхняя мантия (ультраосновной слой), 5 — зона дробления, 6 — направление сжатия

Под микроскопом мы увидели бы крупные кристаллы оливина и пироксена (кристаллизация в промежуточном очаге), сцементированные слабо раскристаллизованной или стекловатой массой (кристаллизация в поверхностных условиях). Кроме того, эта масса должна была бы иметь иной химический состав, отличающийся от такового в минералах первой фазы кристаллизации.

В альпийского типа перидотитах ничего даже близко похожего на это не наблюдается.

Мало того, гипотезе «магматической каши» противоречит отсутствие ориентированного расположения минералов первой фазы кристаллизации. С чисто геологических позиций при такой точке зрения мы должны были бы ожидать внедрения ультраосновных интрузий где-то в середине или даже в конце геосинклинального цикла (задержка расплава в промежуточной магматической камере). Однако альпийского типа перидотиты главным образом внедряются в начальные этапы развития геосинклинальных систем.

Можно было бы привести еще много геологических фактов, которые вступают в противоречие со взглядами сторонников магматической гипотезы, однако, как мне кажется, вполне достаточно того, что уже было сказано.

Протрузионная гипотеза

Самым трудным для сторонников протрузионной гипотезы всегда являлся вопрос: может ли ультраосновной материал в холодном виде перемещаться на большие расстояния, а если может, то каким способом? Все остальные вопросы, стоящие в тупик магматистов, легко разрешаются, если предположить, что гипербазиты — это нерасплавленные блоки мантии, поступившие в поверхностные части земной коры из верхней мантии.

Таким образом, необходимо выяснить, как ведет себя ультраосновная порода при высоких давлениях. Со всем недавно опытами советских геологов И. В. Лучицкого, В. И. Громина и Г. Д. Ушакова было показано, что в условиях давлений, отвечающих глубинам от 4—5 до 12—15 км, ультраосновные породы (как серпентиниты, так и относительно слабо серпентинизированные гипербазиты) «...могут, вследствие высокой пластичности, перемещаться в твердом состоянии в массе компетентных пород. Следовательно, данные экспериментального изучения деформации оливинита и серпентинита хорошо согласуются с представлениями, предполагающими возможность внедрения гипербазитов в твердом состоянии в виде «холодных интрузий». В условиях опыта, при давлении 15,8 кбар, оливиниты дробились на отдельные зерна оливина, разделенные пылеватым агрегатом того же оливина, и внедрялись по трещинам в смежные прослой мрамора. Серпентиниты же вели себя как высоко пластичные породы, и в них «...развивалась тонкая сланцеватость, и в процессе эксперимента наблюдалось пластичное облекание серпентинитовой массой блоков кварцита и обсидиана»¹.

Однако эти опыты проводились в условиях температур, свойственных поверхности земного шара. Поэтому особый интерес представляют опыты, проводимые с увеличением температур. В таких условиях серпентинизированные гипербазиты ведут себя иначе.

Как показали опыты американских геологов С. Релея и М. Паттерсона, в серпентинитах при увеличении давления (до 5 кбар) и температуры (до 600°С — предел существования серпентина как минерала) начинается вынос воды (десерпентинизация). В связи с потерей воды во время разогрева серпентинит теряет пластичность, которой он обладает при низких температурах. Увеличение времени прогревания образца способствует возникновению хрупкой деформации при более низких давлениях. Дробление серпентинитов при высоких давлениях приводит к взаимному перемещению отдельных пластинок, будин (блоков) относительно друг друга. Кроме того, при десерпентинизации в краевых частях образца возникает вторичный оливин, развивающийся по серпентину, в результате чего краевые части породы, подвергающиеся эксперименту, приобретают типичную порфиоровидную такстуру¹. Эти опыты показывают, что, во-первых, перемещение серпентинитов под давлением в условиях повышенных температур происходит не в результате пластичного течения, как это обычно считается, а в результате дробления и взаимного проскользывания передробленных обломков серпентинитов. Именно поэтому серпентиниты почти всегда обладают конгломератовидной текстурой, зеркалами скольжения на фланцах будин и др. Во-вторых, эти эксперименты показывают, что порфиоровидная текстура краевой части ультраосновного массива отнюдь не является признаком более быстрого остывания краевой части интрузии при магматическом внедрении.

И, наконец, самое главное: движение раздробленных серпентинитов будет

сопровождаться трением отдельных серпентинитовых блоков и пластин друг о друга и об окружающие породы. Трение неминуемо вызовет местный разогрев серпентинитов, а следовательно, и их десерпентинизацию. Этот процесс будет сопровождаться выделением воды, которая, в зависимости от ее температуры, способна породить разнообразные, в основном низко- и среднетемпературные изменения в окружающих породах. Температурным пределом минеральных сообществ, порожденных этим явлением, будет служить предел существования серпентина как минерала, т. е. 500—600°. Именно эти среднетемпературные ассоциации наиболее характерны для очень редких случаев активных контактов ультраосновных пород (амфиболитовая стадия метаморфизма).

Итак: лабораторные эксперименты не только подтверждают возможность внедрения альпинотипных серпентинитов в виде протрузий, но даже указывают, каким способом это происходит.

Путь проникновения протрузий из мантии Земли в осадочные и вулканогенные толщи верхней части земной коры можно представить себе следующим образом. В результате возникновения глубинных разломов в земной коре и верхней мантии происходит дробление ультраосновного субстрата. Процессы сжатия приводят в движение передробленную массу, состоящую из обломков, сцементированных ультрабазитовым милонитом. В твердом состоянии эта масса начинает передвигаться вверх, в область пониженных температур и давлений. При достижении уровня земной коры, где господствуют температуры порядка 600°, и привносе воды (источник которой нам остается неизвестным) начинается серпентинизация двигающихся протрузий. Естественно, что серпентинизирующие растворы легче всего проникают в межблоковые пространства, туда, где ультрабазитовый материал наименее плотен и хорошо проницаем для растворов. Водная среда, играющая роль смазки, значительно облегчает передви-

¹ См. кн. И. В. Лучицкий, В. И. Громин, Г. Д. Ушаков. Эксперименты по деформации горных пород в обстановке высоких давлений и температур. Изд-во «Наука». Сибирское отделение. Новосибирск, 1967.

¹ Тип строения горной породы, при котором в мелкокристаллизованной массе содержатся крупные выделения какого-либо минерала, возникшие на первых этапах кристаллизации.

жение протрузий. В конце концов они достигают земной поверхности или же останавливаются на какой-то глубине. Эта остановка вызывается прекращением тангенциальных сжатий в пределах земной коры и верхней мантии. При этом протрузии образуют как бы цепочку тел, располагающихся вдоль зоны глубинного разлома. Последующая фаза сжатий вновь приводит в движение протрузии. Снова они начинают колотиться, десерпентинизироваться в одних местах и серпентинизироваться в других. Десерпентинизация более свойственна для тел альпинотипных перидотитов, остановившихся на глубине 5—10 км от дневной поверхности, где наблюдаются относительно высокие температуры. Движение этих массивов напоминает в какой-то мере движение массы осколков льда, каждый из которых окружен тонкой пленкой воды, возникающей во время его таяния при увеличении давления.

В приповерхностных частях земной коры, в ее осадочной оболочке, где сколько-нибудь высокие температуры отсутствуют, серпентиниты не колются, а текут, образуя диапироподобные структуры. Вдоль своего пути от недр мантии вплоть до дневной поверхности протрузии дробят и выносят вместе с собой все протыкаемые ими породы.

Если предполагаемый нами механизм внедрения альпинотипных серпентинитов верен, то можно считать, что «...альпинотипные серпентиниты не являются первичными породами, это означает, что, с одной стороны, серпентинитовые минералы не образовались непосредственно из магмы, а возникли за счет предшествующего перидотита и, с другой стороны, что этот перидотит вначале не занимал в большинстве случаев того места, которое в настоящее время занимают серпентиниты»¹. В заключение можно отметить еще одно обстоятельство. Вполне естественно, что проникновение в земную кору пород верхней

мантии будет тем проще, чем ближе ее верхняя кромка (раздел Мохоровичича) будет располагаться к поверхности земного шара. Как мы знаем, такие условия наблюдаются в областях современных океанических впадин. Поэтому, очевидно, не случайно крупнейшие пояса ультраосновных пород, такие как Тихоокеанский, Аппалачский и Скандинавский, располагаются вблизи зон сочленения континентов и океанов. Возможно, такая же картина наблюдалась и в древнем геологическом прошлом. А если это так, то не располагались ли ранее океаны там, где теперь, далеко внутри континентов, находятся пояса альпинотипных серпентинитов?

И, наконец, еще одно соображение. Все в природе эволюционирует. Изменяется животный мир, растут горы, образуются и исчезают моря. Меняются также и горные породы. Правда, изменения в них не так заметны, как в органическом мире, но все же они есть. Вы не найдете среди отложений неогена (неоген начался около 600 млн лет назад) таких пород, как граниты чарнокиты и рапакиви. Однако они были очень распространены 2,5—1,5 млрд лет назад. Меняются со временем не только изверженные магматические породы, но и осадочные образования. И лишь альпинотипные перидотиты никак не реагируют на течение времени. Они вечно одинаковы, залегают ли они среди древнейших или же самых молодых отложений нашей планеты. А это наводит на мысль, что, однажды созданные в древнейшем геологическом прошлом, они уже больше не изменялись.

Когда-то давно акад. А. П. Карпинский сказал: «Хотя уровень наших геологических знаний не позволяет сделать еще вполне безупречные выводы, но из этого еще не следует, что геолог должен был воздержаться от подобных обобщений: если они согласны со всеми известными данными или, по крайней мере, с некоторыми из них и не противоречат остальным, то обобщения эти принесут пользу, давая указания для направления дальнейших исследований. Если же подобные выводы неверны, то

первый идущий в разрез с ними факт положит предел их существованию»¹. Вот и мы на основе имеющихся фактов попробовали создать гипотезу. Посмотрим, что будет с ней в дальнейшем.

УДК 552.11

¹ А. П. Карпинский. Очерки геологического прошлого Европейской России. 1947.

Рекомендуемая

литература

А. А. Малахов. Под покровом мантии. М., «Молодая гвардия», 1965

В. Е. Хакин. Общая геотектоника. М., «Недра», 1966

В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия материков. М., «Наука», 1966

В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия океанов. М., «Наука», 1968

Г. В. Пинус, Ю. Н. Колесник. Альпинотипные гипербазиты юга Сибири. М., «Наука», 1966

Ю. А. Кузнецов. Главные типы магматических формаций. М., «Недра», 1964

Д. Х. Грин, А. Э. Рингвуд и др. Петрология верхней мантии. М., «Мир», 1968

¹ M. Vuagnat. Remarques sur la trilogie serpentinites — gabbros — diabases dans le bassin de la Méditerranée Occidentale. Geol. Rundschau, 53, № 1, 1964.