

О некоторых закономерностях распределения титана и алюминия в клинопироксенах (в связи с проблемами магматогенного рудообразования)

При выяснении генетических особенностей габброидов Волковского массива на Среднем Урале, к которому приурочены апатитсодержащие титаномagnetитовые и медносульфидные руды, обращает на себя внимание явно повышенная глиноземистость пород по сравнению, например, с породами Главной зоны, рифов Меренского и Бастерд Бушвельдского массива или Чинейского плутона [1]. Из экспериментальных данных известно, что высокоглиноземистые расплавы базальтового состава могут появляться в результате или частичного плавления мантии, или кристаллизационной дифференциации на глубинах около 30 км (~ 10 кбар). В ряде экспериментов было отмечено также повышение глиноземистости пироксенов, образующихся в субликвидусных условиях с возрастанием давления, таким образом, был сделан важный вывод о возможности использования состава пироксенов в качестве индикатора, в первую очередь, давления (глубинности) образования магматических пород. С целью выявления общих закономерностей изменения состава пироксенов при их кристаллизации по имеющимся в нашем распоряжении литературным сведениям [2, 3, 5] были составлены соответствующие диаграммы в координатах T и P (рис 1 и 2), на которых показан общий характер распределения титана и алюминия в моноклинных пироксенах из базальтов толеитовой и щелочной серий, характеризующихся в целом одинаковым интервалом содержаний этих элементов в исходных расплавах, за исключением данных для высокobarических условий (25—30 кбар), где исходной породой являлся высокотитанистый ($TiO_2=4.93\%$) и низкоглиноземистый ($Al_2O_3=8.02\%$) биотитовый мафурит [5]. На этих диаграммах приведены осредненные характеристики по содержаниям титана и алюминия в клинопироксенах, рассчитанные по соответствующим интервалам — для температуры $50^\circ C$ и для давления 5 кбар. Эти данные, хотя и относятся к различным по составу исходным расплавам и физико-химическим параметрам экспериментов, вполне отчетливо свидетельствуют об определенных закономерностях в поведении титана и алюминия при повышенных и высоких значениях давления и температуры: 1) содержание титана в пироксене отчетливо является функцией, причем обратной, температуры кристаллизации для всех представленных интервалов давлений и не зависит от состава и содержаний его в исходном расплаве; 2) содержание алюминия в области малых и умеренных давлений (1—17 кбар) находится в прямой, а при больших значениях (17—30 кбар) в обратной зависимости от давления. Возможно, такое распределение обуславливается, помимо давления, влиянием первичного состава расплавов. Во всяком случае этот момент требует дальнейшего уточнения. Температурной же зависимости по этим данным не обнаруживается. Таким образом, главные существенные различия, связанные с P - T -условиями кристаллизации пироксенов, заключаются в различном характере поведения титана и алюминия в зависимости от этих параметров, что позволяет с большей точностью оценивать физико-химические условия образования пироксенсодержащих пород. Так, например, следуя вдоль солидусной кривой на диаграммах, можно видеть, что пироксен, образовавшийся в области относительно низких температур и давлений, характеризуется повышенным содержанием титана ($>1\%$) и пониженным глинозема (~ 4.0 — 4.8%). Пироксен же, кристаллизация которого происходила при высокой температуре (более $1200^\circ C$) и умеренных давлениях (10—15 кбар), наоборот, характеризуется низким содержанием титана ($<<1\%$) и повышенным глинозема ($>>8\%$).

Сравнение составов клинопироксенов Волковского месторождения с составами клинопироксенов, образующихся в экспериментах [4] в интервале давлений 5—10 кбар (4—9 % Al_2O_3) дает основание предполагать, что формирование габброидов массива происходило, по-видимому, в сходных по давлению условиях и при температуре, близкой к 1175 — $1200^\circ C$, так как содержания TiO_2 и Al_2O_3 в пироксенах массива в целом соответствуют экспериментальным данным этого интервала: на Северо-Западном участке — соответственно (мас. %) 0.7 и 4.5; на собственно Волковском — 0.7 и 5.0; на Промежуточном — 0.8 и 5.0; на Лаврово-Николаевском — 0.8 и 5.5.

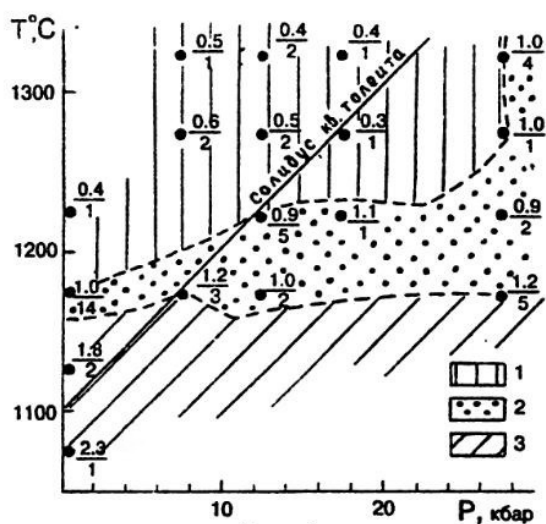


Рис. 1

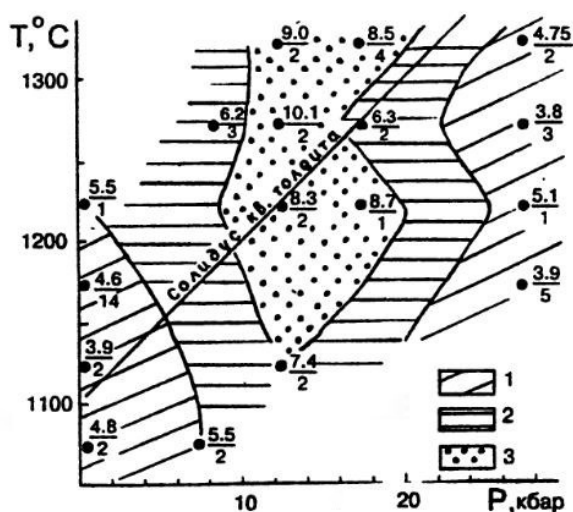


Рис. 2

Рис. 1. Изменение содержаний TiO_2 в клинопироксенах в зависимости от РТ-условий кристаллизации. Построена по данным [1–3].

Интервалы содержаний: 1 — менее 1%; 2 — 1.0–1.2; 3 — более 1.2%. Цифры на рисунке: в числителе — средние содержания, мас. %, в знаменателе — количество анализов

Рис. 2. Изменение содержаний Al_2O_3 в клинопироксенах в Р-Т координатах. Построена по данным [1–3].

Интервалы содержаний: 1 — менее 5.5; 2 — 5.5–7.5; 3 — более 7.5%. Цифры на рисунке — то же, что на рис. 1

Таким образом, наблюдающееся в указанном ряду некоторое увеличение содержаний титана и алюминия в клинопироксенах, коррелирующееся с интенсивностью и масштабностью оруденения, свидетельствует о том, что образование рудоносных расплавов происходило при незначительном в целом фракционировании магматического расплава и некоторого снижения температуры в условиях мезоабиссальной фации глубинности (<15 км).

Список литературы

1. Гонгальский Б.И. Роль флюидов в локализации сульфидов в расслоенном Чинейском плутоне // Магматизм, флюиды и оруденение. Владивосток, 1990. С. 47–53.
2. Кадик А.А., Луканин О.А., Лапин И.В. Физикохимические условия эволюции базальтовых магм в приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990.
3. Петрология верхней мантии. М.: Мир. 1968.
4. Рингвуд А.Е. Состав и петрология мантии Земли. М.: Недра, 1981.
5. Рябчиков И.Д., Грин Д.Х. Роль двуокиси углерода в петрогенезисе высококалорийных магм // Проблемы петрологии земной коры и верхней мантии. Новосибирск, 1978. С. 49–64.