

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПИКРОИЛЬМЕНИТА В КИМБЕРЛИТЕ

К.Н. Егоров, В.Я. Медведев, Л.А. Иванова

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, e-mail: med@crust.irk.ru,

Экспериментальное моделирование процессов реакционного преобразования индикаторных минералов кимберлитов на разных этапах эволюции кимберлитовой системы, а также впоследствии в экзогенных условиях имеет важное значение для поисковых целей коренных месторождений алмазов. Полученные результаты позволяют получить качественную и количественную оценку диапазона Р-Т условий, флюидный режим и время протекания реакций, при которых происходит образование реакционных кайм сложного полифазного строения на барофильных минералах кимберлитов.

Процессы келифитизации по барофильным минералам кимберлитов, как показывает экспериментальное и физико-химическое моделирование, могут осуществляться в широком диапазоне температур и давлений. При этом полиминеральные келифиты на барофильных минералах кимберлитов чаще формируются на метасоматическом этапе регрессивного преобразования кимберлитовых тел, а не только в результате мантийного метасоматоза.

В процессе метасоматоза кимберлитов по пикроильмениту образуются реакционные каймы, фазовый состав которых зависит от состава исходного пикроильменита, состава метасоматических флюидов и физико-химических условий. Парциальное давление кислорода резко меняется в пределах реакционной каймы. При этом смена кислородного режима процесса келифитизации сопровождается окислением окисного железа до закисного, которое может входить в структуру преобразованного ильменита, или образует самостоятельную титаномагнетитовую фазу. Кислотный режим флюидов регулирует степень переработки пикроильменита. В случае карбонатизирующего флюида образуется перовскит-титаномагнетитовый парагенезис, а щелочные флюиды дают рутил-титаномагнетитовую келифитовую кайму [1].

Таким образом, проведенное комплексное моделирование показало, что фазовый состав и химизм минералов зон келифитизации соответствуют наблюдениям в природных образцах пикроильменитов [2,3].

В процессе экспериментального моделирования были получены с хорошей воспроизводимостью пикроильмениты с микровключениями, имеющие структуру шпинели и ориентированные по пинакоиду. Установленная экспериментальным путем возможность широкого образования структур распада и келифитовых кайм на пикроильменитах в процессе метасоматического преобразования кимберлитов имеет большое значение при прогнозе и поисках кимберлитовых тел. Важно подчеркнуть, что предварительная подготовка к образованию структур распада и келифитовых кайм на пикроильменитах во многом определяется еще в процессе взаимодействия с флюидами кимберлитового расплава его флюидным режимом. Для выявления закономерностей устойчивости пикроильменитов, формирования на их поверхностях разнообразных форм рельефа, а также поведения пикроильменитов в разных кислотно-щелочных средах были проведены эксперименты с присутствием сложной газовой составляющей в низкотемпературных условиях. Серия экспериментов проводилась в автоклавах при температуре 100 - 500⁰С в кислотной среде (HCl+HF) при давлении 1 - 1000 атм. Длительность экспериментов варьировала от 0,5 часа до 10 суток.

Сравнение полученных результатов показывает, что в кислотной системе при малых временных выдержках и температуре 300⁰ С заметных изменений пикроильменита не происходит. При больших длительностях эксперимента происходит полное растворение образца. Увеличение температуры до 500⁰ С и времени эксперимента в 48 часов приводят к слабовыраженному процессу преобразования образца с появлением коррозионной

поверхности. Введение в систему NaCl ускоряет процесс преобразования пикроильменита. В кислотной системе с одновременным внесением серы процессы преобразования пикроильменита резко ускоряются как для окислительной системы с O_2 , так и для восстановленной системы с H_2 с образованием рутила, анатаза, амезита. В окислительных условиях повсеместно отмечается присутствие гематита. Различия между преобразованием пикроильменитов из трубок различной продуктивности, «исходным» пикроильменитом и нагретым предварительно до $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ в некоторых случаях отмечаются, но для однозначных выводов недостаточно статистических данных. Доказано, что предсказываемого теорией [4] влияния свободного водорода на преобразование пикроильменита нет.

При температуре 300°C и малой длительности эксперимента на природной поверхности по пикроильмениту фрагментами образуется коррозионная «шипастая» поверхность, местами переходящая в кавернозную, гребневидную. В участках межзерновых границ, в которых развиты структурные макродефекты, более активно проявляется действие коррозионного растворения, приводящего к дезинтеграции пикроильменитов на отдельные фрагменты. Таким образом, наблюдаемые структурные и морфологические изменения в природных образцах пикроильменитов с возникновением своеобразных рельефных форм на поверхности зерен в ходе выветривания наиболее благоприятно реализуется в кислотной среде.

При более длительной экспозиции эксперимента на поверхности пикроильменита появляется структура распада (отдельность по пинакоиду) типа сагенитовой решетки. «Шипастая» поверхность пикроильменита с микропирамидальным рельефом образована мелкими кристаллами титаномагнетита, магнетита. Морфологически эта поверхность очень схожа с природной микропирамидальной, которая представляет собой сочетание полигональных пирамидок, равномерно распределенных по поверхности пикроильменита. Хорошо окристаллизованные кристаллики шпинели образуют контрастный микрорельеф, который типичен для пикроильменита из кор выветривания кимберлитов. Иногда в ходе эксперимента (при температуре 300°C и даже при небольшой экспозиции) по коррозионной поверхности пикроильменита образуется светло-бурая лейкоксеновая келифитовая кайма. Лейкоксен развивается по монокристалльным зернам со свежими сколами, при этом на поверхности зерна коррозионный рельеф не возникает, и она сохраняет все первичные морфологические особенности. Граница между лейкоксеном и неизменным пикроильменитом четкая, иногда лейкоксен проникает по трещиноватости, отдельности пикроильменита. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что формирование микропирамидального рельефа на пикроильменитах, а также вторичных продуктов распада и замещения лейкоксеном пикроильменитов может осуществляться при низких температурах в условиях коры выветривания кимберлитов или в осадочных коллекторах алмазов. Следует отметить, что наличие или отсутствие микропирамидального рельефа является ярким типоморфным признаком, позволяющим решать задачу идентификации шлиховых ореолов близкого и ближайшего сноса. Контрастность, ажурность рельефа описанных оболочек обуславливает высокую чувствительность зерен пикроильменита, обладающих ими, к условиям транспортировки; такие зерна весьма информативны в оценке степени механического износа.

Таким образом, морфологические, структурные и типоморфные особенности пикроильменитов содержат информацию об эволюционном развитии кимберлитовой системы: начиная с магматических, гидротермально-метасоматических внутритрубочных и заканчивая экзогенными условиями. В этой связи типы скульптур рельефа поверхностей и форма зерен пикроильменита, их фазовая и структурная неоднородность имеют индивидуальные черты, характерные для каждой стадии преобразования ИМК, и очень важны для прогнозирования и поиска кимберлитовых тел.

Литература

1. Лашкевич В.В., Медведев В.Я., Егоров К.Н., Иванова Л.А. Экспериментальное и физико-химическое моделирование метасоматического замещения пикроильменитов из кимберлитов. Геохимия. 2004, № 1. С. 61-69.

2. Клопотов В.И., Малов Ю.В., Овсянников Е.А. Реакционные каймы на пикроильменитах из кимберлитов//Геохимия, 1984, N 10, с. 1466-1473
3. Илупин И.П., Геншафт Ю.С. О метасоматических замещениях пикроильменита в кимберлитах//Минералогический журнал, 1986, т.8, N5, с. 65-73.
4. Игнатьев В.Д., Бурцев И.И. Лейкоксен Тимана. Санкт-Петербург: Наука, 1997. 215 с.