

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАВНОВЕСНЫХ И НЕРАВНОВЕСНЫХ ХОНДРИТОВ

Зиновьева Н.Г.*, Маракушев А.А., Грановский Л.Б.***

**Московский государственный университет, геологический факультет, Москва,
zinov@geol.msu.ru*

***Институт экспериментальной минералогии РАН, Черногловка, belova@iem.ac.ru*

Генетические взаимоотношения равновесных и неравновесных хондритов представляют сложную и дискуссионную проблему, которую мы попытаемся обсудить на примере наиболее распространенных обыкновенных хондритов. Их можно разделить на высокотемпературные I (средняя температура 1200°C, неравновесные стеклосодержащие породы, с ярко выраженной зональностью минеральных зерен), промежуточные II (стеклосодержащие породы с однородными зернами минералов) и более низкотемпературные III (средняя температура 1000°C, равновесные полностью раскристаллизованные породы с однородными составами минеральных зерен) [4, 1, 2]. Типичными для них являются магматические структуры с нормальной последовательностью кристаллизации силикатов $O1 \rightarrow Px \rightarrow CPx$, характерной для магматических пород Земли. Их петрологические особенности обусловлены сочетанием ранней (протопланетной) стадии развития хондритового магматизма под огромным давлением флюидных планет-гигантов, материнских по отношению к хондритовым (железо-силикатным) планетам, и поздней собственно планетной стадии кристаллизации последних [4, 5].

К протопланетной стадии, относится расщепление хондритовых магм на богатую железом матрицу и силикатные хондры, происходившее под огромным флюидным давлением. Признаком этого давления служит образование парагенезиса алмаза с муассанитом ($C+SiC$), встречающегося в матрице всех типов хондритов. Формирование обыкновенных хондритов различных химических групп, определяется изменением состава флюидных оболочек материнских планет-гигантов под воздействием солнечного ветра. Селективная потеря ими водорода, с соответствующим повышением водно-водородного отношения (H_2O/H_2), приводит к возрастанию железистости силикатов в ряду H-L-LL-хондритов за счет окисления железа, извлекаемого из металлической фазы матрицы (с соответствующим повышением в ней содержания никеля).

Переход от протопланетной к планетной стадии сопровождается стремительной потерей водорода флюидными оболочками материнских планет, что создает быстрое повышение отношения H_2O/H_2 флюидов. Это смещает вправо реакцию $MgSiO_3 + Fe + H_2O = MgFeSiO_4 + H_2$ с соответствующим повышением окислительного состояния матрицы. Однако, хондры, выделившиеся в ранней восстановительной обстановке, в этих условиях сохраняются, чем и определяется неравновесность хондритов, проявляющаяся в том, что крайне магнезиальные хондры находятся в матрице широкого диапазона степени окисления. Повышение H_2O/H_2 отношения порождает реакцию между энстатитовым компонентом жидких хондр и железом, вызывающую оливинизацию металлической матрицы, фиксируемую только в неравновесных хондритах.

Планетная стадия охватывает в основном кристаллизацию хондритов, которой свойственен режим низкого общего и флюидного давления. На этой ступени прослеживается четкое различие равновесных и неравновесных хондритов. Равновесные хондриты кристаллизовались (медленно и при более низкой температуре) в режиме относительно повышенного флюидного давления, причем в каждой группе хондритов достигается равновесие матрицы и хондр [6]. Равновесные соотношения сближают эти хондриты с земными плутоническими горными породами. В отличие от них неравновесные хондриты консолидировались в режиме быстрой закалки с образованием зональных кристаллов и вулканического стекла, что сближает их с вулканическими породами Земли. Реликтовые минералы (алмаз, муассанит и др.), характеризующие протопланетную стадию формирования хондритов в материнских планетах-гигантах под огромным давлением их флюидных оболочек, сохраняются только в неравновесных хондритах.

В неравновесных обыкновенных хондритах (I) проявляется магматическое замещение хондр матричным расплавом, оно сопровождается интенсивным флюидным воздействием и фиксируется метасоматическим замещением железистыми силикатами первичных магнезиальных мине-

ралов хондр. В них также проявлены постмагматические низкотемпературные преобразования хондр и матрицы. В отличие от неравновесных хондритов, испытавших интенсивное изменение хондрового и матричного вещества, затушевывающее их магматическую природу, более равновесные (с равновесными составами кристаллизующихся силикатов) хондриты II и III являются чисто магматическими. Об этом свидетельствуют не только петрохимические, петроструктурные и парагенетические данные [1, 2, 4, 6], но и результаты термобарометрического изучения хондритов различных химических групп [3]. Температуры кристаллизации неравновесных и равновесных обыкновенных хондритов (I-III) хорошо коррелируются с температурами кристаллизации земных вулканических и плутонических пород. Хондриты I и II, кристаллизуются в более высокотемпературных условиях, в более широком диапазоне температур по сравнению с хондритами III. Нам представляется, что выделенные типы отражают фаціальность образования обыкновенных хондритов, обусловленную их кристаллизацией из флюидных расплавов в различных частях хондритовых планет, на периферии которых залегают неравновесные хондриты, сменяющиеся с глубиной равновесными, кристаллизовавшимися под более высоким флюидным давлением. Сосредоточенный в металлических ядрах хондритовых планет запас флюидных (водно-водородных) компонентов явился причиной эволюции хондритового магматизма, их постмагматического преобразования и, в конце концов, взрывного распада хондритовых планет на астероиды.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы НШ-5367.2008.5.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зиновьева Н.Г., Грановский Л.Б.* Эволюция железо-силикатного отношения обыкновенных хондритов и генетические типы железных метеоритов // ДАН. 2009. Т. 424. № 4. С. 526-530.
2. *Зиновьева Н.Г., Грановский Л.Б.* Взаимоотношения хондр и матрицы хондритов, как показатели их генезиса и расслоения планет Солнечной системы // Вестник Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2009. № 6. С. 3-9.
3. *Зиновьева Н.Г., Плечов П.Ю., Латышев Н.П. и др.* Термобарометрия обыкновенных хондритов // ДАН. 2006. Т. 408. № 6. С. 788-791.
4. *Маракушев А.А., Грановский Л.Б., Зиновьева Н.Г. и др.* Космическая петрология. М.: Наука, 2003. 387 с.
5. *Маракушев А.А., Зиновьева Н.Г., Грановский Л.Б.* Генетические связи между метеоритами, земными и лунными породами // Петрология. 2010. (в печати).
6. *Маракушев А.А., Зиновьева Н.Г., Грановский Л.Б.* Модель формирования равновесных и неравновесных хондритов // Физико-химические факторы петро- и рудогенеза: Новые рубежи. М.: ИГЕМ РАН, 2009. С. 266-268.