

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, СУЛЬФИДНЫХ И СИЛИКАТНЫХ ФАЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ПЛАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ (МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЦЕНТРИФУГИ)

Е.Б.Лебедев, А.А.Кадик, Н.Н.Кононкова

Институт геохимии и аналитической химии РАН им. В.И. Вернадского, Москва

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 98-05-64768, 98-05-064768 и 99-05-65479)

Вестник ОГГГН РАН № 5 (15) 2000 т.1

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/5-2000/planet9

На ранних этапах формирования планетарных тел гравитационной дифференциации подвергались силикатные, металлические и сульфидные фазы, формирующиеся при частичном или полном плавлении исходного планетарного вещества. Гравитационная дифференциация связана с разделением кристаллических и расплавных фаз по плотности и по составу.

Предполагается, что сера является одним из главных элементов, входящих в металлические ядра Земли и Луны.

Цель настоящего исследования - методом высокотемпературного центрифугирования провести экспериментальное моделирование гравитационной дифференциации частично расплавленного сульфида и металлосодержащего силикатного вещества, представляющего собой оливин-базальтовую смесь, которую в первом приближении можно рассматривать как модель планетарного вещества. Основными задачами работы являются: 1) выяснение механизмов отделения и аккумуляции металлических и сульфидных фаз от силикатной кристаллической матрицы при различной степени плавления силикатного вещества; 2) определение возможности образования самостоятельного слоя металлической и сульфидной фазы посредством ее просачивания через кристаллическую матрицу; 3) применение результатов исследования к решению проблем химической дифференциации Луны и других планетарных тел в тепловом и гравитационном полях.

Методом высокотемпературного центрифугирования осуществлено моделирование процессов миграции и аккумуляции металлических (Fe) и сульфидных фаз (FeS) под действием силы тяжести при частичном плавлении модельного планетарного вещества (оливин-базальтовой смеси). Показано, что отделение и движение металла и сульфида в междокристаллическом пространстве находится в тесной зависимости от степени плавления силикатного вещества. Если доля силикатного расплава, находящегося между кристаллами оливина, превышает 5-10 об. %, то этого достаточно для образования системы взаимосвязанных межзерновых каналов, которые становятся проницаемыми для силикатной, металлической и сульфидной жидкостей. Капли сульфидного расплава не смешиваются с силикатным расплавом и под действием силы тяжести могут двигаться по силикатным межзерновым каналам. Таким обра-

зом, смесь, состоящая из кристаллов оливина, силикатного, металлического и сульфидного расплавов, подвергнутая центрифугированию, дифференцируется по плотности. В результате металлическая, сульфидная и силикатные фазы разделяются на самостоятельные слои.

В образце **SC-8** (67.5 об. % Ol, 22.5 об. % Bas, 10 об. % FeS), содержащем ~ 23 об. % силикатного расплава, после центрифугирования, наблюдается резко неравномерное распределение фаз по его высоте. В вертикальном разрезе образца выделяются следующие основные зоны. Верхняя зона (А) всплывшего базальтового расплава, представленная стеклом и закалочными кристаллами пироксена. Она не содержит кристаллов оливина и сульфидных глобул. Центральная зона (С), составляющая основную часть образца, содержит главным образом кристаллы оливина 85-90 об. % (кристаллическая матрица), между которыми в межзерновых каналах находится силикатный расплав (стекло). Ширина межзерновых каналов составляет 3 - 30 мкм. В нижней части этой зоны в базальтовом стекле, как правило в центральных частях каналов, располагаются мелкие сульфидные глобулы размером до одного микрона. Содержание сульфида в этой зоне не превышает 1-3 об. %. Между верхней (А) и центральной зоной (С) образца расположена узкая переходная зона (В), в которой происходит резкая замена стекла базальтового расплава на кристаллы оливина. Нижняя придонная зона (D) образца состоит на 100 % из сульфида железа - пирротина, образовавшегося из сульфидной жидкости в момент заковки образца.

Наблюдаемая картина распределения фаз по высоте образца SC-8 отчетливо демонстрирует результат гравитационной дифференциации вещества - расслоение фаз по плотности. Под действием силы тяжести сульфидная фаза достаточно легко просачивается (фильтруется) через кристаллическую матрицу по межзерновым каналам и за время опыта практически полностью аккумулируется в придонной части образца. В центральной части остается лишь очень незначительная доля сульфида в виде очень мелких не успевших осесть глобул (капель). Очевидно, что одновременно с этим происходит фильтрация силикатной жидкости в противоположном направлении - в верхнюю часть образца, где она образует слой чистого расплава.

В образце **SC-12** (60 об. % Ol, 20 об. % Bas, 10 об. % Fe, 10 об. % FeS), , после центрифугирования, наблюдается резко неравномерное распределение фаз по его высоте. В вертикальном разрезе образца выделяются следующие основные зоны. Верхняя зона всплывшего базальтового расплава, представленная стеклом и закалочными кристаллами пироксена. Центральная зона (С), составляющая основную часть образца, содержит главным образом кристаллы оливина 85-90 об.% (кристаллическая матрица), В нижней части этой зоны в базальтовом стекле, как правило в центральных частях каналов, располагаются мелкие сульфидные глобулы, содержащего капли железа. Нижняя придонная зона (D) образца состоит из сульфида железа - пирротина, содержащего капли железа.

Результаты проведенных экспериментов продемонстрировали, что смесь, состоящая из кристаллов оливина, базальтового силикатного расплава и расплава железа и сульфида, подверг-

нутая центрифугированию, дифференцируется по плотности лишь при определенных степенях частичного плавления силикатного субстрата.

Методом высокотемпературного центрифугирования осуществлено моделирование процессов аккумуляции и миграции металлических и сульфидных фаз при частичном плавлении модельного глубинного планетарного вещества. Эксперименты привели к заключению, что отделение *металлических* и сульфидных фаз и их движение в междокристаллическом пространстве находятся в тесной зависимости от степени плавления мантии. Результаты исследования приводят к следующим выводам.

Показано, что смесь, состоящая из кристаллов оливина, силикатного базальтового расплава и металлического и сульфидного расплава, подвергнутая центрифугированию, дифференцируется по плотности. В результате железо, железосульфидная и силикатные фазы разделяются на самостоятельные слои.