

Изучение плавления мантийного вещества Земли при высоких температурах и давлениях в восстановительных условиях (экспериментальное исследование).

Русаков Александра Андреевна

Аспирант

Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия

E-mail: aleks7975@yandex.ru

Экспериментально получены первые результаты по плавлению мантийного вещества Земли при $T=1500$ и 1600°C и $P=2,5-3,5$ ГПа в восстановительных условиях в присутствии графитовой фазы. Брался за основу упрощенный модельный состав $\text{SiO}_2\text{-MgO-FeO}$ [1]. В качестве исходного вещества использовалось перетертое стекло основного состава, сплавленное из следующих реактивов: порошков кварца (SiO_2), оксалата железа (FeC_2O_4) и оксида магния (MgO). Стекло было пересыщено по железу, чтобы получить самостоятельную металлическую фазу. Эксперименты проводились в графитовых капсулах на установке высокого давления НЛ-13Т с тороидальным уплотнением типа «наковальня с лункой» в ГЕОХИ РАН. Длительность эксперимента составляла 40 минут. Закалка образцов проводилась путем отключения нагревателя. Продукты экспериментов исследовались на микроанализаторе Cameca SX 100 с пятью волновыми спектрометрами и энерго-дисперсионной приставкой Bruker XFlash 6 и на аналитическом сканирующем электронном микроскопе Tescan MIRA 3 в ГЕОХИ РАН. В серии экспериментов, проведенных при $T=1600^{\circ}\text{C}$ и $P=2,5-3$ ГПа обнаружено зональное строение образцов. Центральная зона сложена стеклом основного состава и кристаллами кварца округлой формы до 10 мкм в диаметре, а краевая зона сложена кальциевым пироксеном, а также округлыми кристаллами графита от 10 до 20 мкм в диаметре, иногда они образуют цепочки в виде почковидных кристаллов. Эксперименты, проведенные при $T=1500^{\circ}\text{C}$ и $P=2,5$ ГПа, не дали цилиндрической формы образцов, как при $T=1600^{\circ}\text{C}$, продукты опытов неравномерно распределились по графитовой капсуле в виде белого минерального агрегата. Химический состав стекла продуктов опытов отличается от исходного состава стекла. Исходное стекло состояло из $\text{MgO}=13,84$ мас.%, $\text{FeO}=32,52$ мас.%, $\text{SiO}_2=51,96$ мас.%. В процессе эксперимента увеличилось содержания магния (~ 20 мас.%) и уменьшилось содержания железа (25-29 мас.%). Наблюдается прямая зависимость содержания железа от концентрации кремнезема. В чистом стекле без кварца содержание железа меньше, чем в стекле с мелкими кристаллами кварца. Также наблюдается изменение составов от центральной зоны к обеим сторонам краевых зон. Например, при $T=1600^{\circ}\text{C}$ и $P=3$ ГПа слева от центральной зоны образец менее железистый, чем справа. Чаще всего, концентрация железа в образцах растет на контакте центральной и краевой зоны, это проявлено в виде линз, которые изменяются в цвете (серые в BSE) и имеют меньшее количество вкрапленников кварца.

Отсутствие самостоятельной металлической фазы железа в расплаве означает, что в условиях проведения экспериментов летучесть кислорода была выше железа-вюстит и, очевидно, система $\text{SiO}_2\text{-MgO-FeO}$ контролировалась буфером $\text{C-CO-CO}_2\text{-CO}_3^{2-}$.

Работа выполнена по государственному заданию № 0137-2019-0017.

Источники и литература

- 1) W.F. McDonough. Earth's core. Springer International Publishing. AG 2017. W.M. White (ed.), Encyclopedia of Geochemistry, p. 1-13.