

Математическое моделирование роста кристаллов циркона.

Научный руководитель – Мельник Олег Эдуардович

Сорокин Михаил Александрович

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра гидромеханики, Москва, Россия

E-mail: sorokin.mihail.a@gmail.com

Циркон - это акцессорный минерал, который можно найти почти во всех магматических горных породах. Вследствие этого в последние годы появилось большое количество экспериментальных результатов по нахождению распределения кристаллов циркона по размерам. Однако, интерпретация зависимости распределения от истории и условий образования породы всё ещё представляет большой интерес.

В работе построена модель диффузионного роста кристаллов циркона из магматического расплава. Это классическая задача Стефана, обычно решаемая в одномерном случае с явным выделением границы кристалла и переходом в подвижную систему координат, связанную с интерфейсом кристалл-расплав, что не позволяет простым образом рассматривать рост множества кристаллов в объеме магмы. Моделирование производилось методом замены кристаллов стоком массы с линейным распределением плотности и меняющейся во времени интенсивностью.

В частности, рассмотрена задача о нахождении распределения кристаллов циркона по размеру в одномерной постановке при условии линейного изменения температуры с течением времени и реалистичного коэффициента диффузии как функции температуры.

Рост кристалла циркона в основном определяется концентрацией циркония в окружающем расплаве, поэтому модель опирается на уравнение диффузии, а также закон сохранения массы. Оригинальный метод замены кристаллов стоками, плотность которых изменяется линейно внутри каждого отдельно взятого кристалла, позволяет определять размеры кристаллов по мере численного решения уравнения диффузии, без явного задания скорости роста как функции переохлаждения расплава исходя из экспериментальных результатов. Это выгодно выделяет этот метод, так как экспериментальной определению скорости роста кристаллов циркона не надёжно ввиду медленности этого процесса. Кроме того, эксперименты не могут полностью воспроизвести условия роста кристаллов в реальном магматическом расплаве. Поэтому непосредственное решение уравнения диффузии для циркония вокруг растущего кристалла позволяет получить уникальную информацию для любого закона изменения температуры. Использование метода стоков даёт возможность рассматривать одновременный рост многих кристаллов в объеме. Раньше этот метод не применялся.

Для корректной постановки задачи сделаны следующие предположения. Считается, что новые кристаллы всегда образуются в точках с наибольшей концентрацией циркония. А в случае, когда таких точек несколько, в наиболее удалённой от других кристаллов. Ещё одно ограничение связано с тем, что при достаточно малых размерах кристаллы растут, а не растут, поэтому в момент начала роста кристаллы считаются ненулевого диаметра, соответствующего диаметру устойчивого зародыша. Проведены расчёты для роста от 20 до 200 кристаллов и получено их распределение по размерам, которое сравнивается с реальными продуктами извержений[1].

Решение задач осуществляется в пакете программ Matlab.

Источники и литература

- 1) Пуга N. Bindeman; Crystal sizes in evolving silicic magma chambers. *Geology* ; 31 (4): 367–370