

Отзыв руководителя о диссертации

СОЛОПОВОЙ Натальи Алексеевны

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ АЛМАЗА В КАРБОНАТНЫХ РАСПЛАВАХ

МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ (ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ 5,5 – 84,0 ГПа),

представленной на соискание ученой степени

кандидата геолого-минералогических наук

(специальность 25.00.05 - минералогия, кристаллография)

Аспирантка кафедры кристаллографии и кристаллохимии Геологического факультета МГУ Солопова Н.А. была вовлечена в экспериментальные работы по синтезу алмаза в карбонатных средах при высоких давлениях, еще будучи студенткой старших курсов и магистранткой. Это позволило ей проделать систематические исследования кинетики роста и ростовых характеристик алмаза, растущего в этих средах, которые имитируют, по мнению многих исследователей, природные процессы роста алмаза в условиях мантии Земли.

В ходе экспериментальных исследований были обнаружены связи кинетических параметров кристаллизации алмаза в многокомпонентных карбонат-углеродных расплавах с давлением при его понижении в направлении кривой равновесия графит-алмаз при постоянной температуре. В условиях массовой кристаллизации последовательно формируются алмазные фракции с относительно более крупными монокристаллами «карбонат-синтетического алмаза» в размерах до 170 мкм. «Карбонат-синтетические» алмазы кристаллизуются в форме гладкогранных октаэдров, двойников по шпинелевому закону и сростков блоков алмаза. Осуществлен гладкогранный рост монокристаллических слоев «карбонат-синтетического» алмаза на гранях {111} затравочных монокристаллов «металл-синтетического» алмаза. По спектроскопическим данным исследованные «карбонат-синтетические» кристаллы алмаза относятся к алмазам со смешанным типом азотных дефектов Ia+Ib.

Экспериментально исследованы фазовые состояния простых карбонатных систем  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ , потенциальных компонентов алмазообразующих сред мантии Земли. Впервые получены экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что расплавы карбонатов Na и Mg устойчивы в пределах достаточно протяженного фазового поля при РТ - условиях переходной зоны и нижней мантии Земли. Кроме того, исследована граница плавления многокомпонентной карбонатной системы  $\text{MgCO}_3\text{-FeCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3$ , представляющая собой расширенное поле, в котором переход от твердой фазы к расплаву сопровождается выделением карбонатных фаз различного состава.

Впервые Н.А. Солоповой была разработана методика синтеза «сферического нанокристаллического алмаза» с уникальным сочетанием физико-механических и оптических свойств. Установлено влияние вмещающей среды на процесс перекристаллизации аморфного метастабильного сферического стеклоуглерода в алмаз. Полученные «сферические нанокристаллические алмазы» характеризуются оптической прозрачностью и высоким модулем упругости, сходным с кристаллическим алмазом. При использовании в качестве вмещающей среды тугоплавкого оксида  $\text{MgO}$  происходит

исключительно твердофазовая перекристаллизация стеклоуглерода в «сферический нанокристаллический алмаз» часто с нанокристаллической оболочкой (в зависимости от РТ - параметров). При использовании легкоплавких вмещающих сред ( $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) в результате взаимодействия образовавшегося нанополикристаллического алмазного ядра с их расплавами на его поверхности формируется микрокристаллическая алмазная оболочка по раствор-расплавному механизму.

В работе Н. А. Солоповой продемонстрированы различные физико-химические механизмы кристаллизации алмаза: (1) кристаллизация алмаза из расплава, пересыщенного растворенным углеродом; (2) кристаллизация алмаза при двухступенчатом разложении карбонатных расплавов - сначала с освобождением сильно сжатой флюидной  $\text{CO}_2$  фазы, а затем ее дальнейшим разложением до элементарного углерода и кислорода; и (3) твердофазовая перекристаллизация алмаза при прямом превращении стеклоуглеродного материала в алмаз. Использованы различные методы экспериментального моделирования кристаллизации алмаза, получены результаты, приложимые к проблеме генезиса алмаза и развитию новой синтетической химии алмаза. Установлено, что карбонатные вещества минералогического значения плавятся конгруэнтно в условиях глубинных мантийных оболочек Земли, а их расплавы устойчивы в широком интервале давлений и температур.

В целом работа Н.А. Солоповой представляется мне вполне законченным экспериментальным исследованием, в котором диссертантка продемонстрировала умение преодолевать трудности и добиваться поставленной перед ней цели. Особенно следует подчеркнуть, что ее результаты имеют не только теоретическое и фундаментальное значение для минералогии земных недр и проблем происхождения алмаза, но и могут быть использованы в практических целях для создания алмазного инструмента путем прямого превращения стеклоуглеродного материала в мелкокристаллический алмаз.

Думаю, что проявленные Н.А. Солоповой качества упорного и целеустремленного экспериментатора позволяют ей смело рассчитывать на присуждение ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 - минералогия, кристаллография.

Научный руководитель  
академик РАН, доктор химических наук, профессор

УРУСОВ Вадим Сергеевич (МГУ)



Подпись Урусов Вадим  
Зав. кафедрой геологического ф-та  
М.Г. Вебер

