

Ф.В. КАМИНСКИЙ

## ГЕНЕЗИС ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ АЛМАЗА –КАРБОНАДО

*(Представлено академиком В.И. Смирновым 1 III 1986)*

В последние годы выполнена серия исследований структуры и свойств специфической разновидности поликристаллических агрегатов алмаза – карбонадо, которая является скрытокристаллическим агрегатом алмазных зерен микронного размера. Ряд особенностей свидетельствует о том, что условия образования карбонадо отличались от условий образования обычных кристаллов алмаза в кимберлитах, что согласуется с тем, что за более чем вековую историю разработок кимберлитов в них ни разу не были встречены зерна карбонадо. Но до сих пор не было возможности предположить какой-либо реальный механизм образования карбонадо, согласующийся с имеющимися геологическими и минералогическими данными и результатами экспериментальных работ.

По мнению автора, для генезиса карбонадо может быть предложена гипотеза образования в "метастабильной" для алмаза области, без участия высоких давления и температуры.

Прежде всего, следует указать, что еще в 1939 г. при составлении первой фазовой диаграммы углерода ее автор О.И. Лейпунский указывал, что и в области метастабильного существования алмаза может происходить его образование при некотором пересыщении системы углеродом. "В области, где графит более устойчив, чем алмаз, получение алмаза не является невозможным. . . Здесь решающую роль должна играть кинетика образования зародышей и роста кристаллов алмаза и графита". Для микрокристаллических образований алмаза возможность образования вне области стабильного существования алмаза представляется еще более вероятной. Согласно данным [1], при мелкодисперсности фаз вклад поверхностной энергии в общую энергию кристаллитов становится весьма значительным, что может приводить к возникновению таких структур, которые в случае макроскопических кристаллов (размером более 100 нм) метастабильны.

Имеется достаточно примеров искусственного получения алмазов в метастабильной области. Широко известен процесс нарастания алмазов на затравках в вакууме [2]; опубликованы данные о получении алмазов при атмосферном давлении [3, 4]. Особенно распространено получение алмазных пленок вне термодинамической области стабильного существования алмаза с помощью методов ионной или атомной высокоэнергетических (до 1000 эВ) бомбардировок, которые позволяют углероду кристаллизоваться в структуре алмаза [5–8]. Предполагается, что при этом создаются локальные давления, достигающие сотен килобар (десятков гПа), а локально выделяемая тепловая энергия создает температуры в несколько тысяч градусов [9].

Особый интерес представляет получение алмазных пленок путем осаждения ионов углерода из низкоэнергетических пучков, что не имело до последнего времени экспериментальных аналогов, или теоретического обоснования. Пленки со свойствами алмаза были получены в условиях сверхвысокого вакуума из ионных пучков с энергиями 30–100 эВ [9, 10]. Образование алмазной фазы происходило в начальной стадии процесса при толщине пленок несколько десятков нанометров, размер зерен кристаллитов составлял до 10 нм. По мнению Э.Ф. Чайковского и Г.Х. Розен-

