

Т. Д. ВАРФОЛОМЕЕВА, А. В. ГУЛЮТИЦ, Л. Н. ДЖАВАДОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ОБРАЗЦАХ
ЕСТЕСТВЕННОГО КАРБОНАДО**

(Представлено академиком Л. Ф. Верещагиным 24 XI 1970)

Существует значительное количество работ по исследованию примесей в монокристаллах алмаза, однако поликристаллические формы такие, как баллас и карбонадо, до сих пор мало изучены. По данным К. Лонсдейд (1), в двух исследованных ею образцах карбонадо были найдены небольшие количества графита и следы силикатов.

Нами были исследованы шесть образцов карбонадо методом обычного спектрального анализа. Содержание примесей (вес %) в трех образцах оказалось следующим:

Образец	Fe (10 ⁻¹)	Ti (10 ⁻¹)	Ca (10 ⁻²)	Si (10 ⁻¹)	Al (10 ⁻¹)	Mn (10 ⁻³)	Mg (10 ⁻²)	Cr (10 ⁻²)	B (10 ⁻³)
1	2	5	7	8	9	2	20	3	0,4
2	0,8	1,5	5	0,5	9	1	0,3	0,3	5
3	1	5	4	3	2	1	3	1	5

Эти же элементы были обнаружены в работе (2).

Для исследования характера распределения примесей на трех образцах были приготовлены шлифы, полученные методом последовательного шлифования алмазными микропорошками. На рис. 1 представлена фотография шлифа карбонадо. Как видно, в карбонадо имеются неалмазные включения с характерным размером 1—100 м.

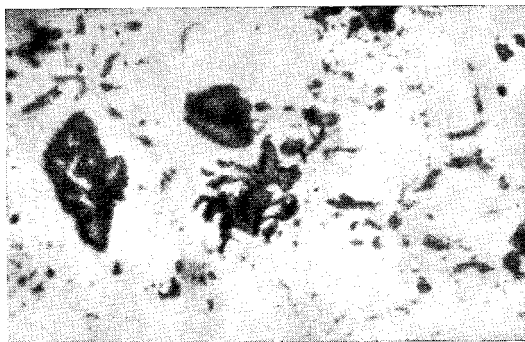


Рис. 1. Фотография микроструктуры образца, 450×. Светлое поле — алмаз, темное — включения.

Для исследования состава включений и распределения примесей по поверхности шлифа карбонадо был использован метод локального спектрального анализа. Испарение заданного участка и возбуждение эмиссионного спектра осуществлялось с помощью сфокусированного излучения ОКГ, работающего в режиме модулированной добротности. Установка была собрана на базе ОКГ ГОС-300 и спектрографа ИСП-22. Фокусирующая система обеспечивала возбуждение эмиссионного спектра с поверхности ~30 м и глубиной 2—5 м. Чувствительность данной установки позволяла фиксировать концентрации элементов (при указанной локальности) от 10⁻³ вес. %.

Для образцов 4 и 5, содержащих достаточно крупные включения, указанным методом проведено исследование состава и концентраций примесей как во включениях, так и в чистом алмазном поле. Из табл. 1 видно,

Распределение примесей по шлифу образца № 4 (вес. %)

	Включения					Алмазное поле				
	Mg (10^{-3})	Al (10^{-3})	Si (10^{-2})	Ti (10^{-2})	Fe (10^{-2})	Mg (10^{-3})	Al (10^{-3})	Si (10^{-2})	Ti (10^{-2})	Fe (10^{-2})
1	9	5	1,5	3	6	2,5	3	6	3	1,5
2	4	4	0,8	10	4	2,5	3	0,8	3	1
3	1,5	2	0,8	2	0,7	1,5	2	0,8	2	1
4	3,5	6	1,5	5	3,5	1,5	2	1,5	2	0,8
5	7	1,5	3	4	8	1,5	2	1,5	2	0,8
6	7	6	7	4	8	1,5	3	1,5	4	0,8
7	4	6	6	4	4	4	7	4	1,5	2
8	4	4	4	15	1,5	2,5	3	4	4	2
9	2,5	3	7	15	4	1,5	3	1,5	3	1
10	4	2	5	1,5	1	4	6	1,5	10	1
11	9	0,1	3	3	6					
Среднее	5,0	6,3	3,7	7,7	3,7	2,3	3,4	2,3	5,0	1,2

что концентрации Mg, Al, Si, Ti во включениях примерно в два раза больше, чем в алмазном поле, а Fe — в три раза.

В другом образце в исследованном алмазном поле шлифа были обнаружены следующие элементы: Mg ($1-4$) $\cdot 10^{-3}$; Al ($2-7$) $\cdot 10^{-3}$; Fe — ($0,5-2$) $\cdot 10^{-2}$; Ca — 10^{-3} ; Si — $1,5\cdot 10^{-2}$; Ti — ($1-3$) $\cdot 10^{-2}\%$. Концентрации этих элементов изменялись от точки к точке в указанных пределах. Во включениях существенно выше оказалась концентрация Si (до $10^{-1}\%$) и Ti (до 2%). При исследовании состава включений на поверхности шлифа образца, содержащего более мелкие включения, обнаружены те же элементы во включениях, что и в образце (табл. 1) и примерно в тех же концентрациях.

Описанным методом было определено локальное содержание Fe и Ti на поверхности образцов 1, 2, 3:

Образец	Fe (10^{-2})	Ti (10^{-1})
1	10	6
2	2	1
3	4	1,5

Как видно из полученных данных, элементарный состав примесей в алмазах типа карбонадо такой же, как и для монокристаллических алмазов, что дает основание предположить присутствие в карбонадо тех же минералов (оливин, пироксены, гранаты альмандинового ряда и пр.), которые наиболее часто встречаются в виде включений в монокристаллах.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность акад. Л. Ф. Верещагину за помощь и поддержку при выполнении работы.

Институт физики высоких давлений
Академии наук СССР
Академгородок Подольск, р-на Моск. обл.

Поступило
28 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Physical Properties of Diamond, London, 1965. ² Я. М. Кравцов, С. Н. Фургендлер, Зап. Мин. общ., 4, 89 (1960).