

В. И. КАСАТОЧКИН, М. Е. КАЗАКОВ, В. В. САВРАНСКИЙ,  
А. П. НАБАТНИКОВ, Н. П. РАДИМОВ

## СИНТЕЗ НОВОЙ АЛЛОТРОПНОЙ ФОРМЫ УГЛЕРОДА ИЗ ГРАФИТА

(Представлено академиком А. М. Прохоровым 15 VII 1971)

При облучении пластинки пирографита лазерным пучком света наблюдается интенсивное испарение и плавление углерода с образованием кратера в месте падения луча. В настоящем сообщении приводятся результаты исследования природы углерода, конденсированного из углеродных паров. На рис. 1 приведена схема эксперимента по получению конденсированного углерода. Из образующегося кратера на поверхности пластинки

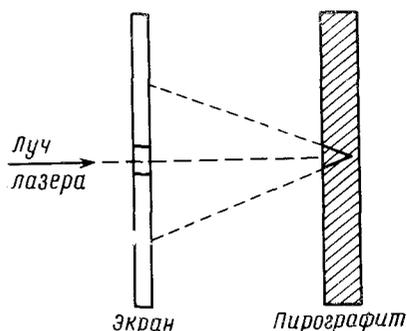


Рис. 1. Схема эксперимента

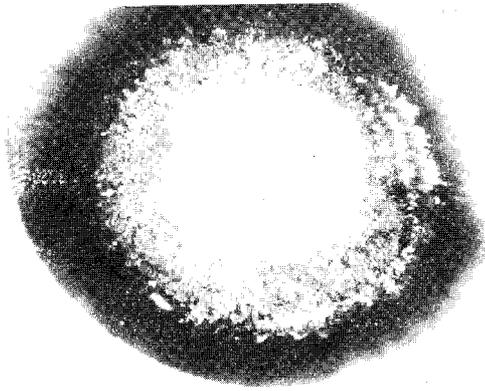
пирографита углеродные пары устремляются расходящимся пучком на плоский экран и осаждаются в виде серебристо-белого слоя, окруженного тонким слоем черного углеродного осадка. На рис. 2 приводятся фотографии слоя, осажденного на стеклянной пластинке, и снимок на сканирующем электронном микроскопе кратера, образующегося на пластинке пирографита. В качестве экрана для осаждения углерода углеродного слоя использовались также пластинки из пирографита и меди с прорезом для лазерного луча (рис. 1). В другом варианте облучению подвергалась пластинка из пирографита, заключенная в

вакуумированной стеклянной ампуле, на стенках которой конденсировались углеродные пары.

Для эксперимента был использован неодимовый лазер с энергией в импульсе 250 и 500 дж в режиме свободной генерации при длительности импульса  $1 \cdot 10^{-3}$  сек. Плотность серебристо-белого углерода, измеренная взвешиванием частиц в тяжелых жидкостях, оказалась равной  $\delta = 2,48$  г/см<sup>3</sup>. Удельное электросопротивление слоя углеродного осадка  $\rho = 1$  ом·см<sup>-1</sup>.

Характер рентгенограммы углеродной пленки с резкими дифракционными линиями свидетельствует о поликристаллической структуре серебристо-белого углерода со средним размером кристаллитов, превышающим  $10^{-5}$  см. Рентгенограмма осадка черного углерода характерна для высокодисперсного вещества с размытыми дифракционными полосами.

Сравнение межплоскостных расстояний углеродного осадка (табл. 1) с межплоскостными расстояниями кубической и гексагональной модификаций алмаза, а также с гексагональным и ромбоэдрическим графитом показывает, что полученный нами серебристо-белый углерод представляет собой новую кристаллическую аллотропную форму углерода. В опубликованном ранее сообщении (1) указывалось, что черный углеродный кристаллический продукт, полученный путем окислительной дегидрополиконденсации ацетилена и названный карбином, является третьей аллотропной формой углерода, которая отличается от алмаза и графита цепным строением углеродных макромолекул.



*a*

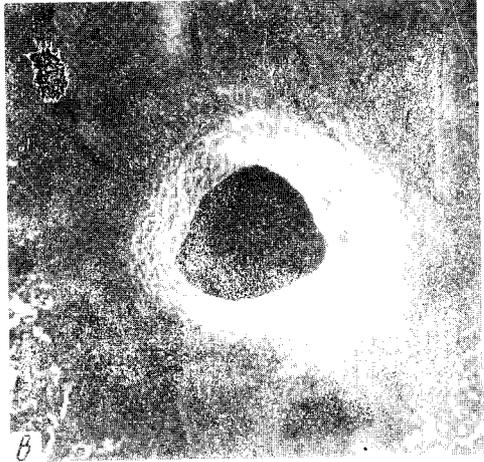
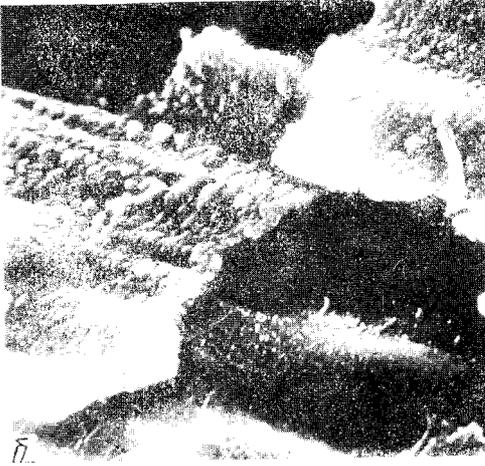


Рис. 2. Фотографии углерода, осажденного на стеклянной пластинке (*a*), кратера от воздействия луча лазера (*b*) и плавящего графита (*c*)

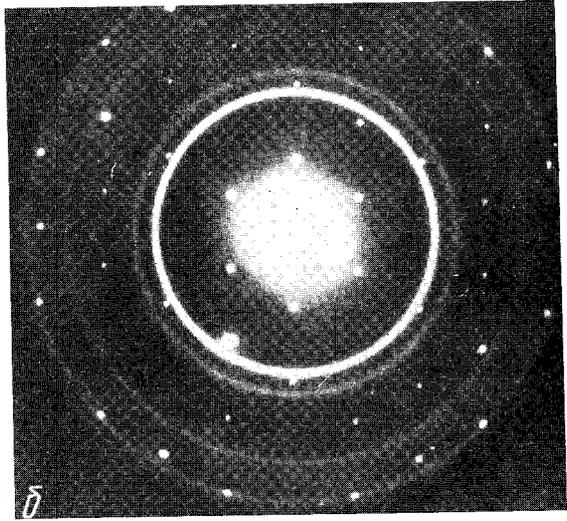
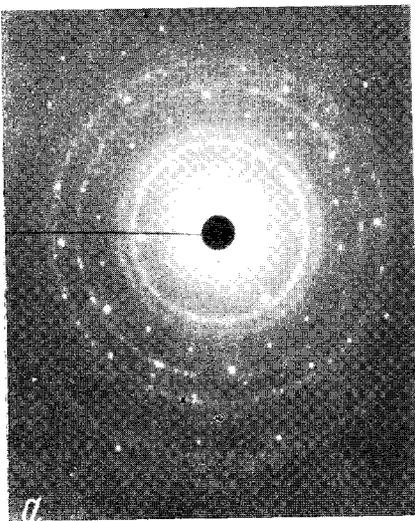


Рис. 3. Микродифракционные электрограммы монокристаллов осажденного углерода (*a*) и карбида (*b*) с золотым оттенением

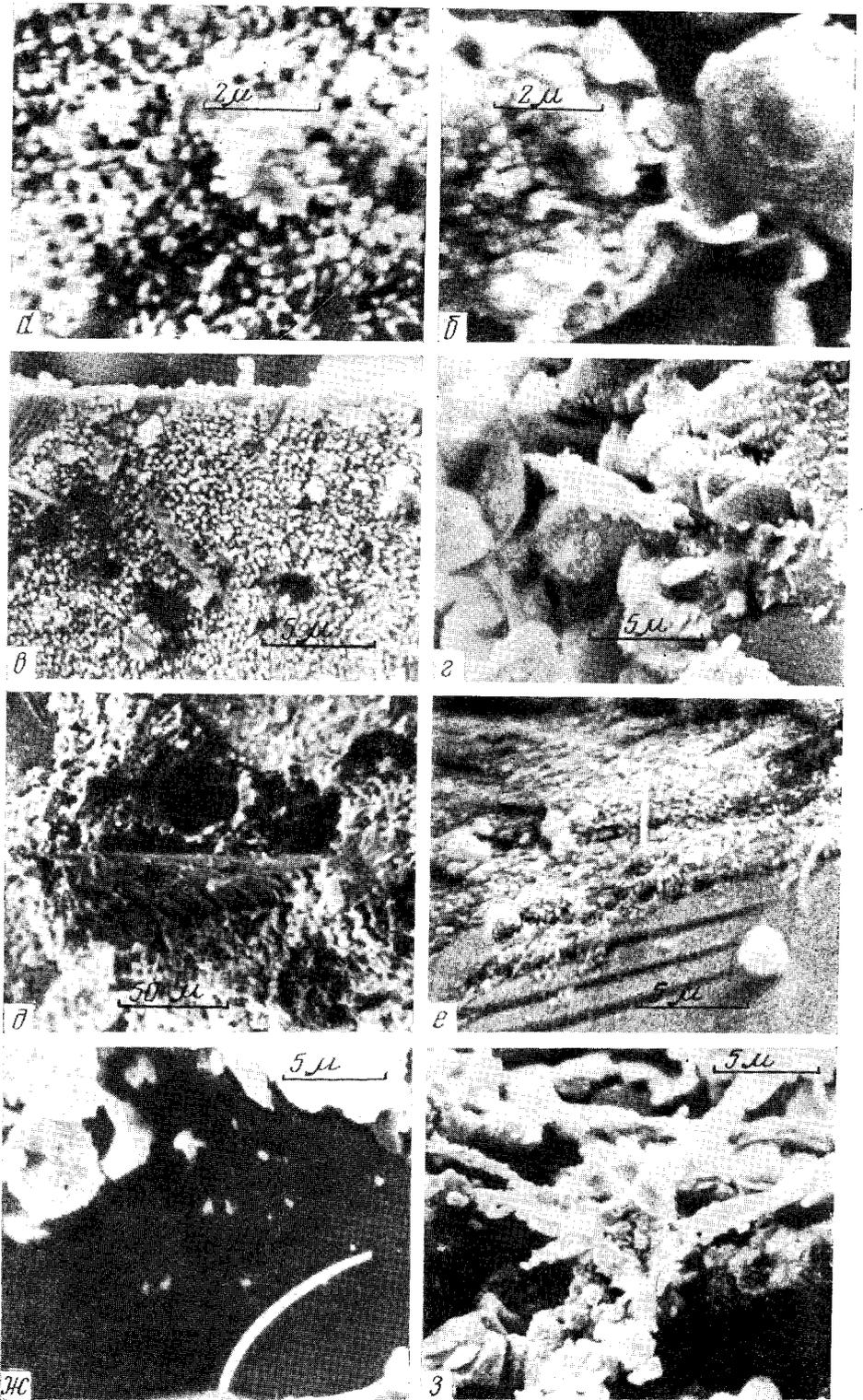


Рис. 1

Таблица 1

Межплоскостные расстояния осажденного углерода\*

I		II		I		II		I		II	
<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å
4,46	с.	4,46	1,39	ср.		2,23	сл.	2,23	1,19	ср.	
2,81	ср.		1,37	сл.		1,91	с.		1,11	сл.	1,12
2,56	ср.	2,58	1,29	ср.	1,29	1,62	с.	1,69	1,08	сл.	1,02
2,46	с.		1,25	сл.	1,24	1,48	ср.	1,49	0,98	сл.	0,97
									0,86	сл.	0,86

\* I — рентгенограмма поликристаллического образца, II — электронограмма монокристалла.

В указанном и во (2) сообщениях были приведены микродифракционные точечные электронограммы монокристаллов карбина. Нами установлено сходство микродифракционных точечных электронограмм монокристаллов серебристо-белого углерода с электронограммами монокристаллов карбина. На рис. 3 приводится сравнение полученных нами и ранее опубликованных (2) микродифракционных электронограмм, представляющих собой базисную плоскость обратной решетки гексагональных кристаллов. Полная идентичность дифракционных картин и межплоскостных расстояний, измеренных по электронограммам, свидетельствует о том, что серебристо-белый углерод и карбин имеют тождественные структуры. Различия по цвету следует отнести к высокой дисперсности карбина, а также к содержащейся в нем примеси аморфного углерода (3).

Новая кристаллическая аллотропная форма углерода была обнаружена в графитовых гнейсах кратера Рис (Бавария) в виде белых углеродных прослоек в графите (4) и в углеродном веществе метеорита Новый Урей (5). Позднее (6) она была получена в виде тонких отложений белого углерода на поверхности пирографита при высокой температуре в вакууме в условиях электрического разряда. Результаты подробного исследования атомной структуры и свойств новой аллотропной формы углерода будут приведены в отдельном сообщении.

Институт горючих ископаемых  
МоскваПоступило  
31 V 1971

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Касаточкин, А. М. Сладков и др., ДАН, 177, № 2, 358 (1967).  
<sup>2</sup> В. И. Касаточкин, Т. М. Бабчинцер и др., ДАН, 184, № 2, 353 (1969).  
<sup>3</sup> В. И. Касаточкин, О. И. Егорова, Ю. Г. Ассев, ДАН, 151, № 1, 125 (1963).  
<sup>4</sup> A. El Goresy, G. Donnay, Science, 161, № 3839, 363 (1968). <sup>5</sup> Г. Б. Вдовыкин, Геохимия, № 9 (1969). <sup>6</sup> A. Greenville Whittaker, P. L. Kinter, Science, 165, 589 (1969).