

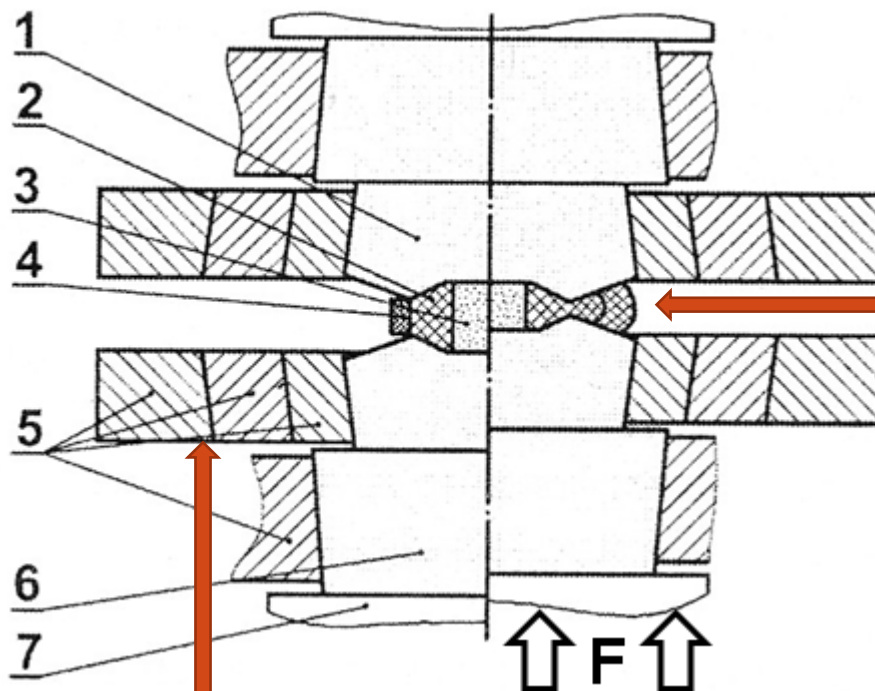


INSTITUTE FOR HIGH PRESSURE PHYSICS

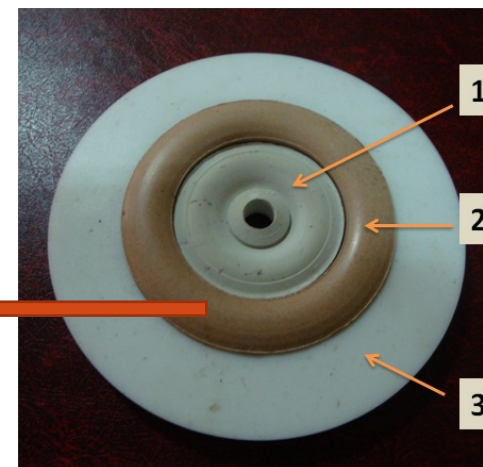
Особенности формирования графита и алмазоподобных структур из флюидных компонентов в условиях высоких давлений и температур

В.П. Филоненко, И.П. Зибров

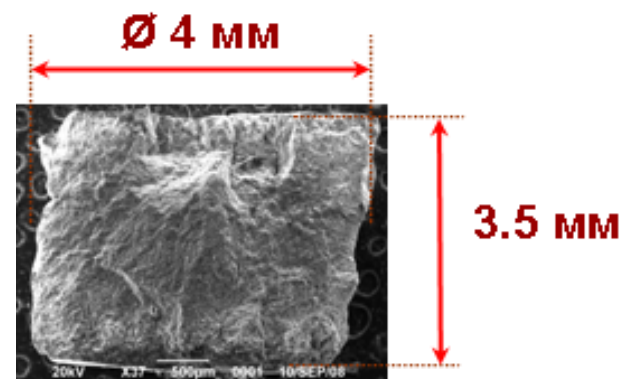
Оснащение для синтеза



блок-матрица



ячейка высокого давления

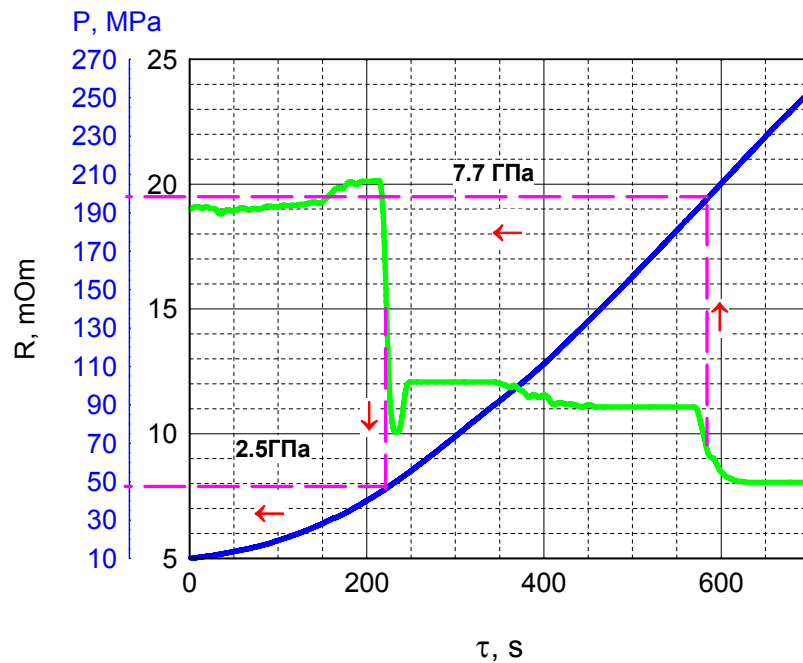


скол образца

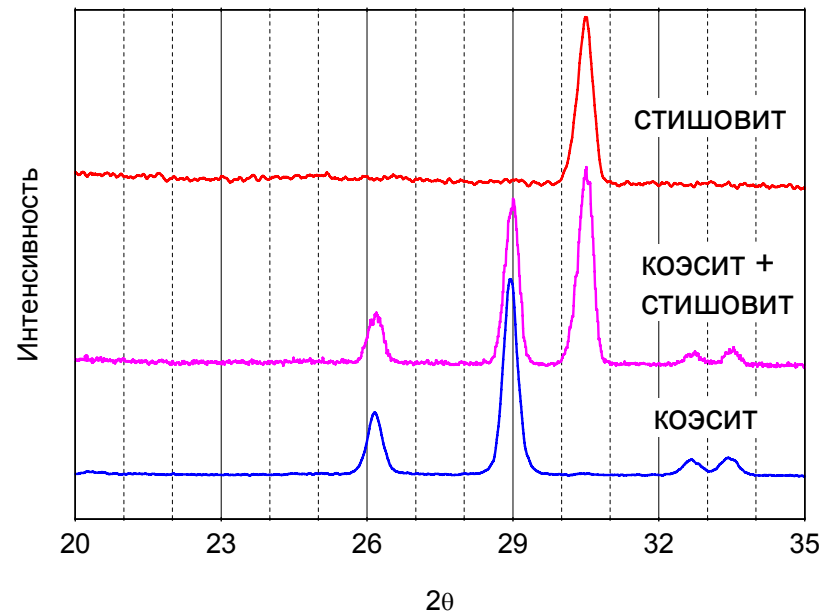
Параметры термобарического воздействия

- Давление **4.0 – 12.0 ГПа**
- Температура **700 – 1700 °C**
- Скорость разогрева **50 – 500 °C/сек**
- Время выдержки **1 – 1800 сек**

Калибровка по давлению и температуре

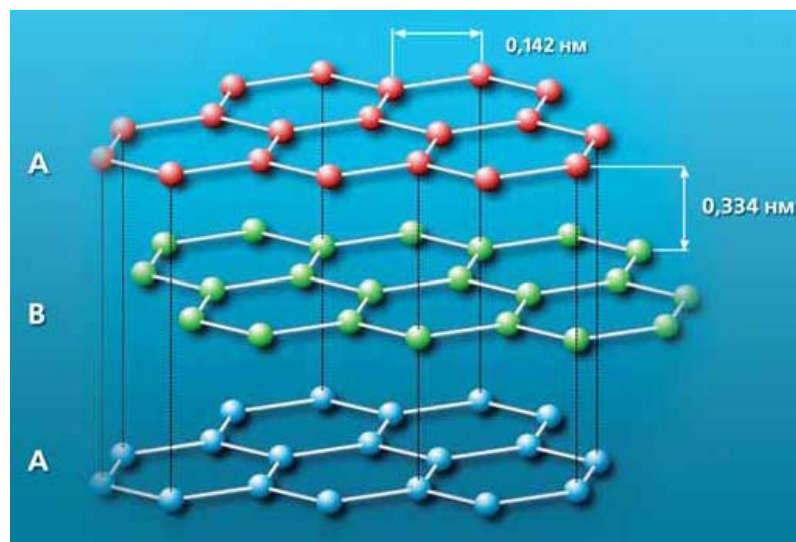


Калибровка ячейки
по переходам в висмуте

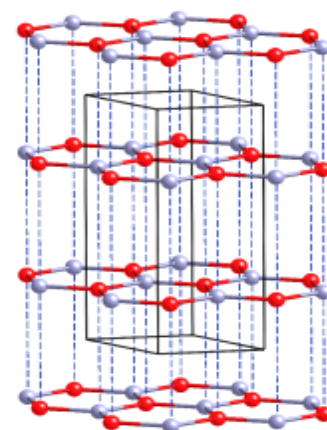


Дифрактограммы образцов SiO_2 ,
после Р-Т обработки в камере «Торонд-15»

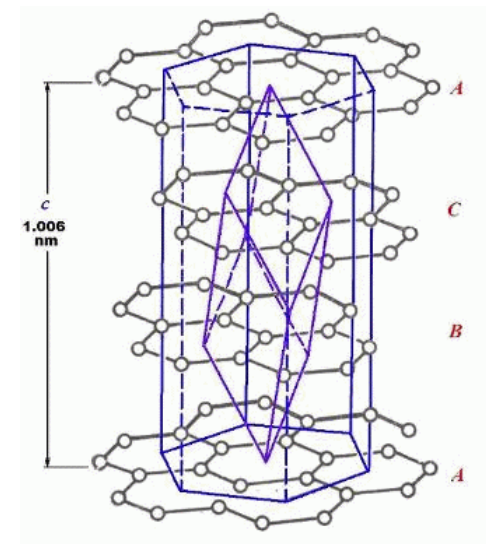
Структурные типы графито и алмазоподобных фаз



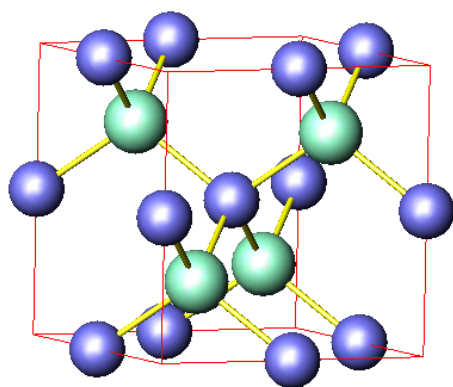
графит



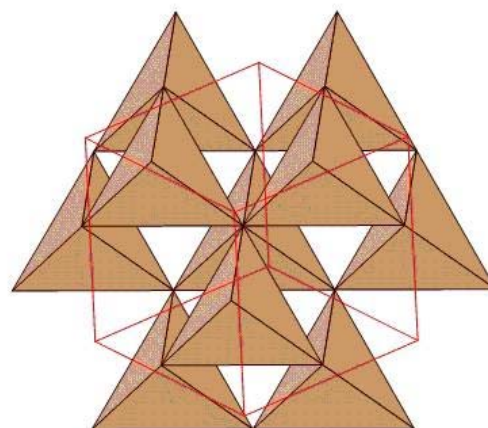
hBN



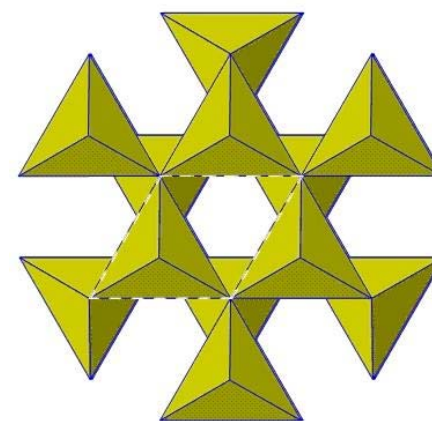
rBN



cBN

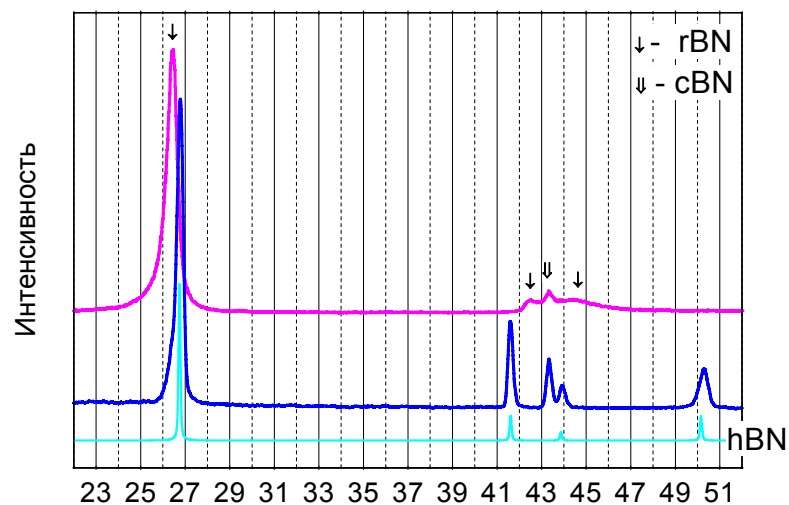


cBN

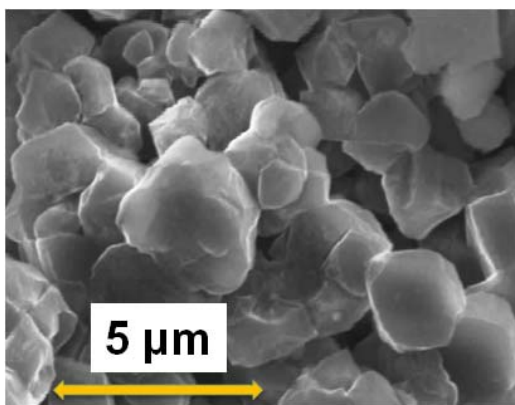


wBN

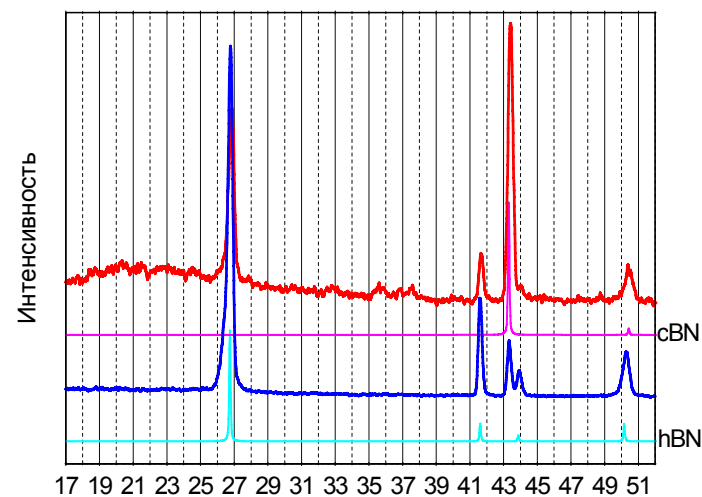
Термобарическая обработка смесей азида натрия с бором



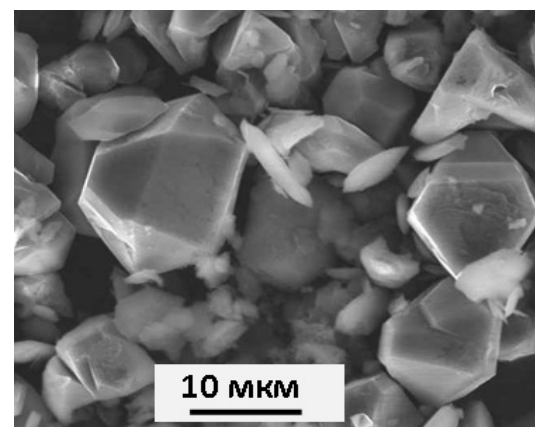
2θ



rBN



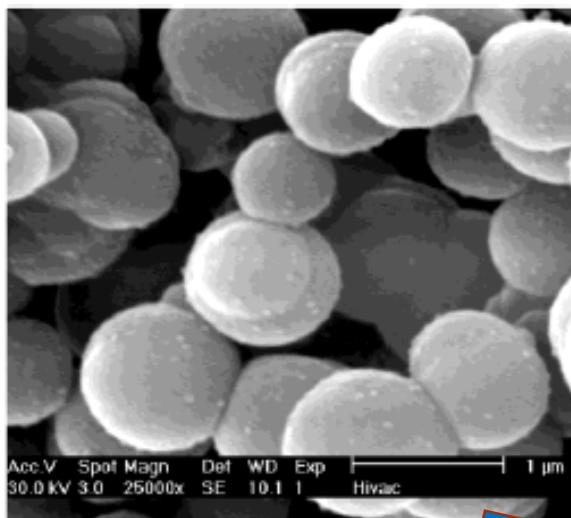
2θ



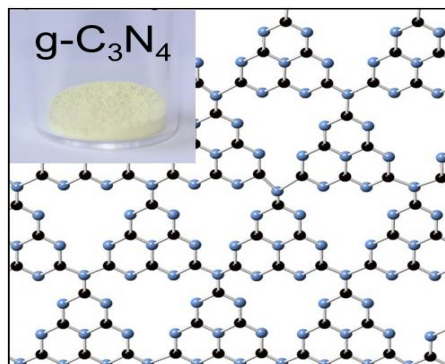
cBN+hBN

Нитрид углерода – C_3N_4

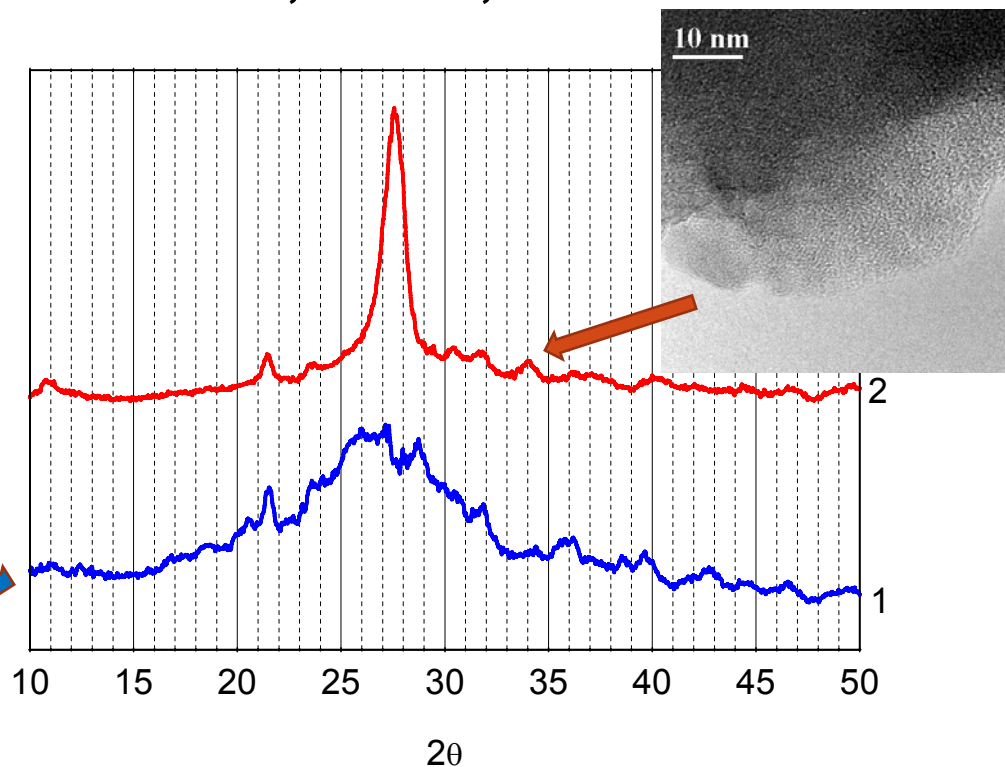
12 ГПа, 600 °С, 300 сек.



Исходный нитрид углерода C_3N_4 :
нано или микроразмерные сферы



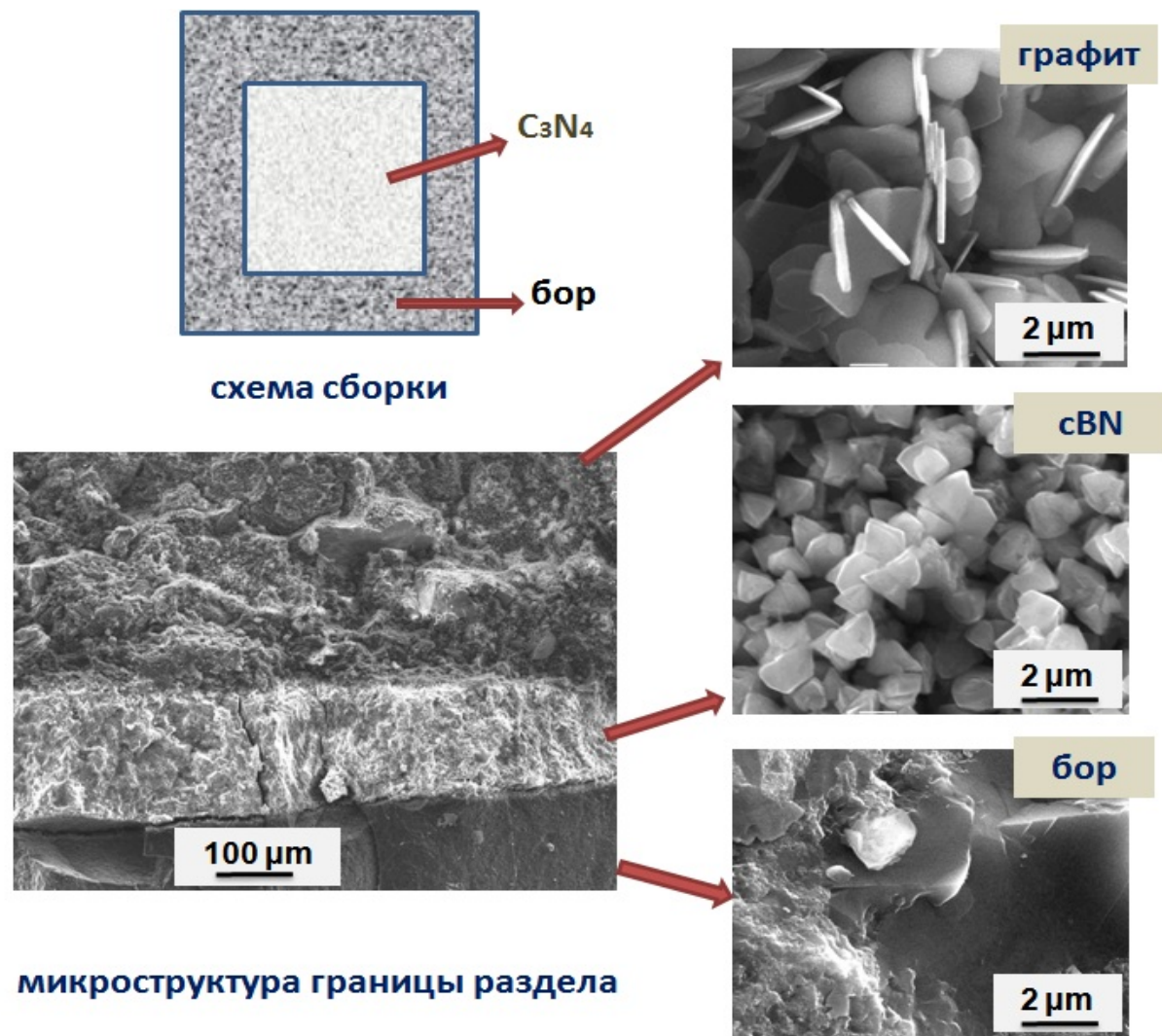
Интенсивность, отн. ед.



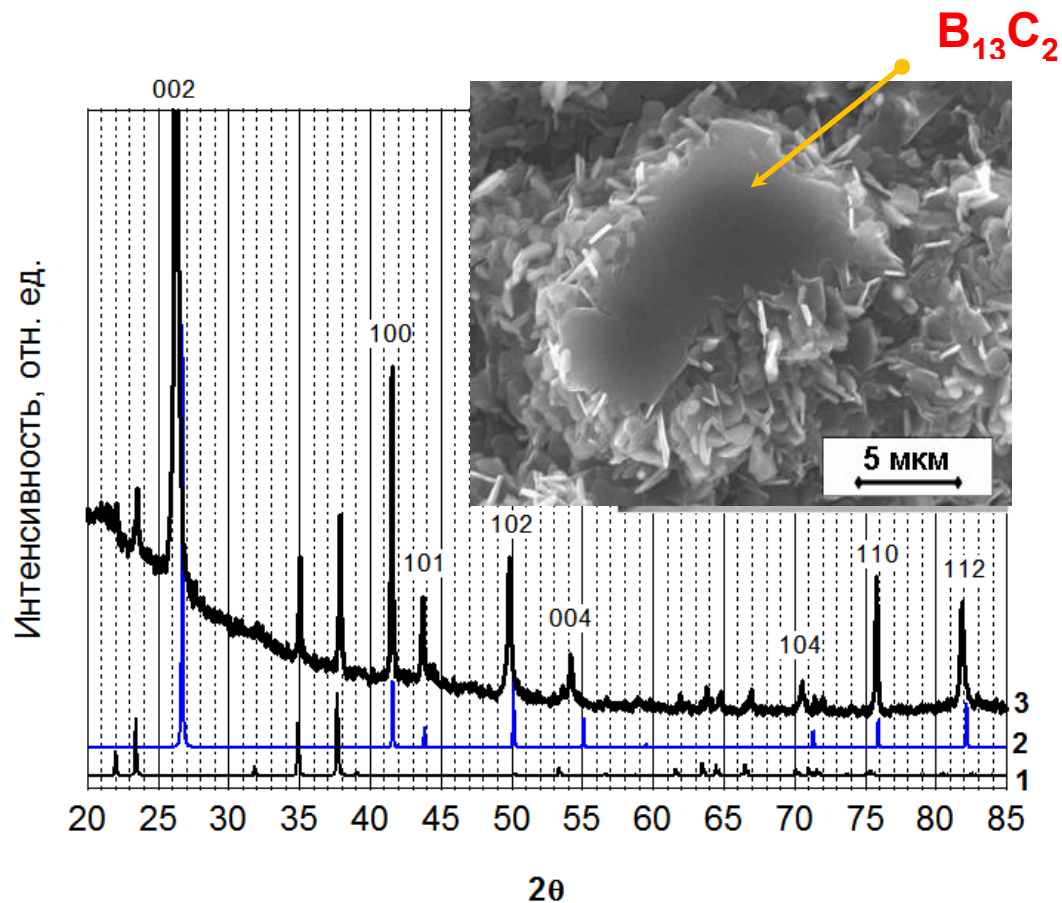
C	N	O
67.8	22.9	9.3

ат. %, среднее по семи замерам

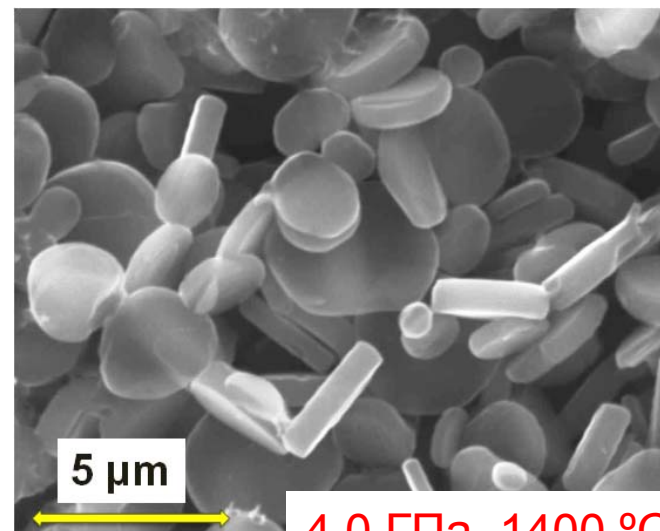
Взаимодействие нитрида углерода с бором



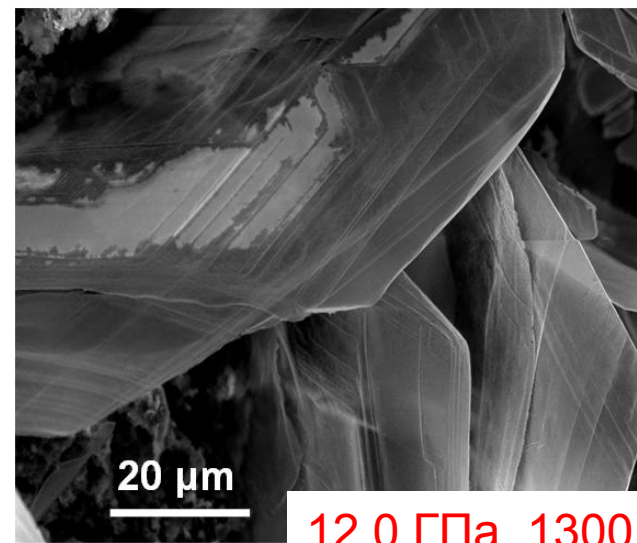
Кристаллизация из смесей нитрида углерода с бором



1 - $B_{13}C_2$, 2 - hBN, 3 - hBC_xN

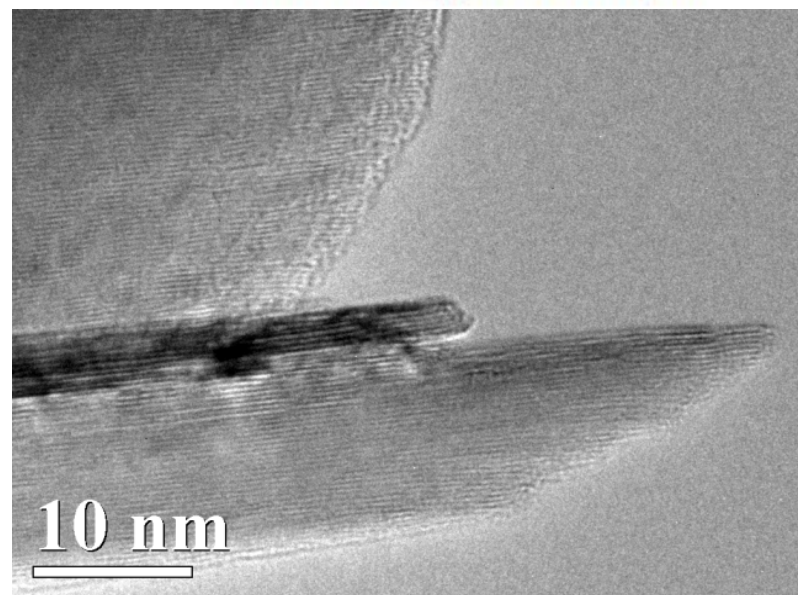
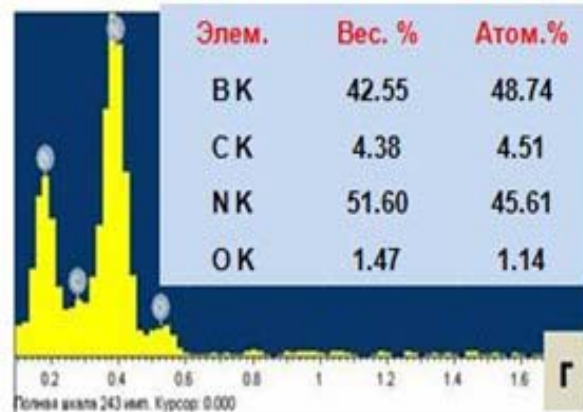
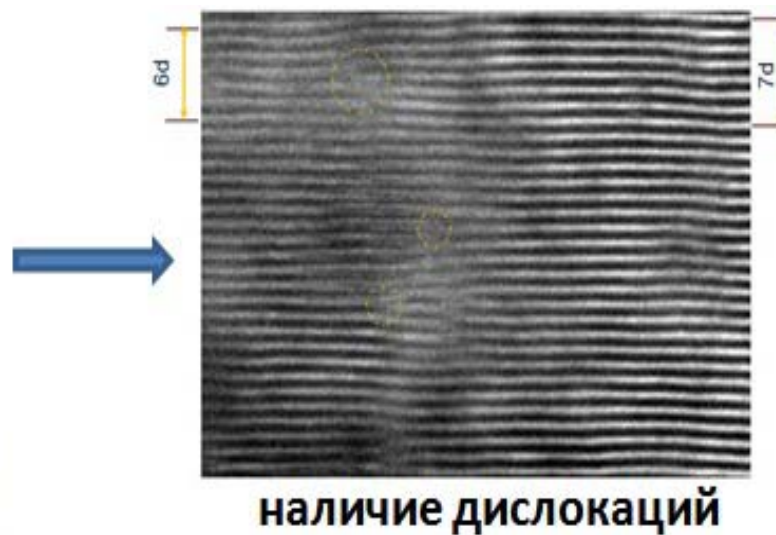
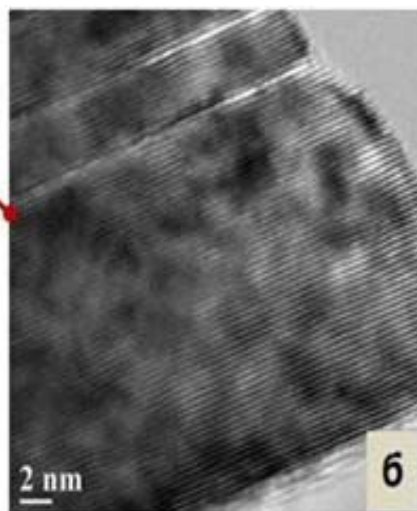
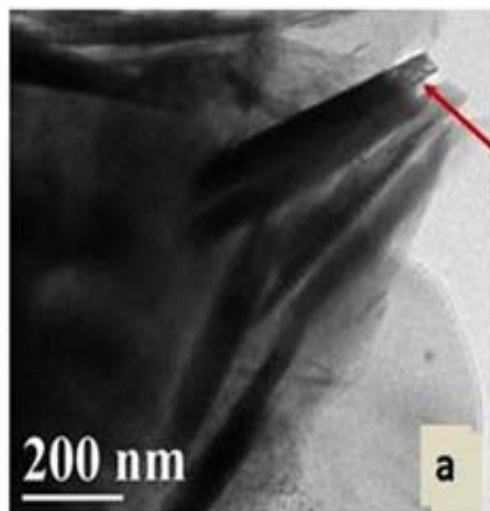


4.0 ГПа, 1400 °C

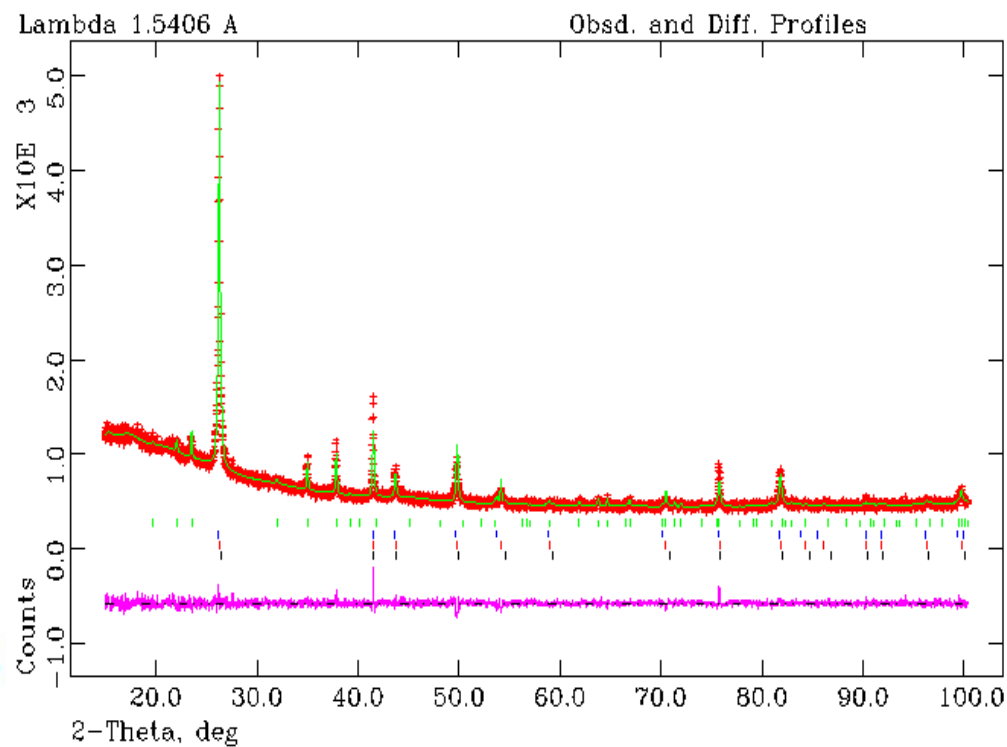
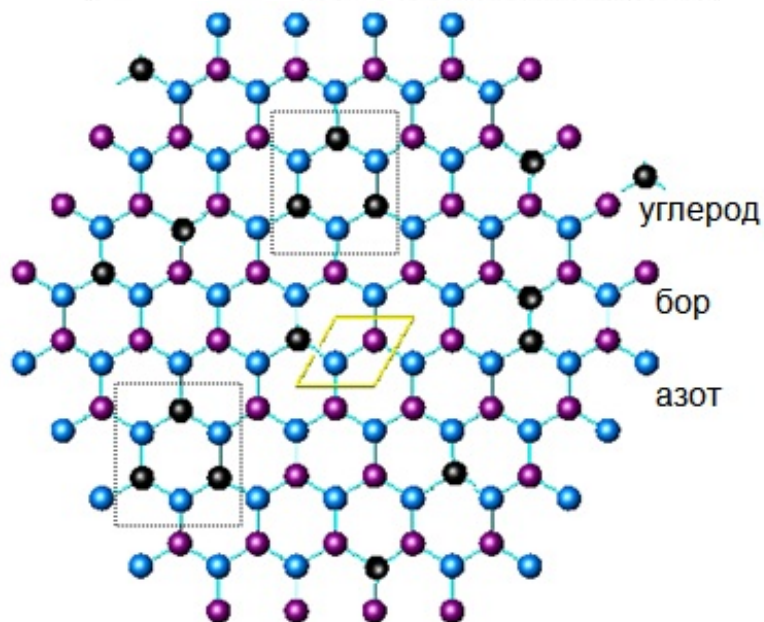
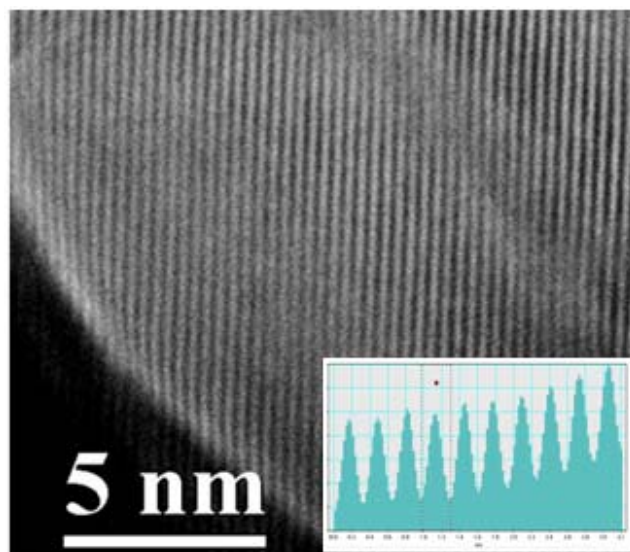


12.0 ГПа, 1300 °C

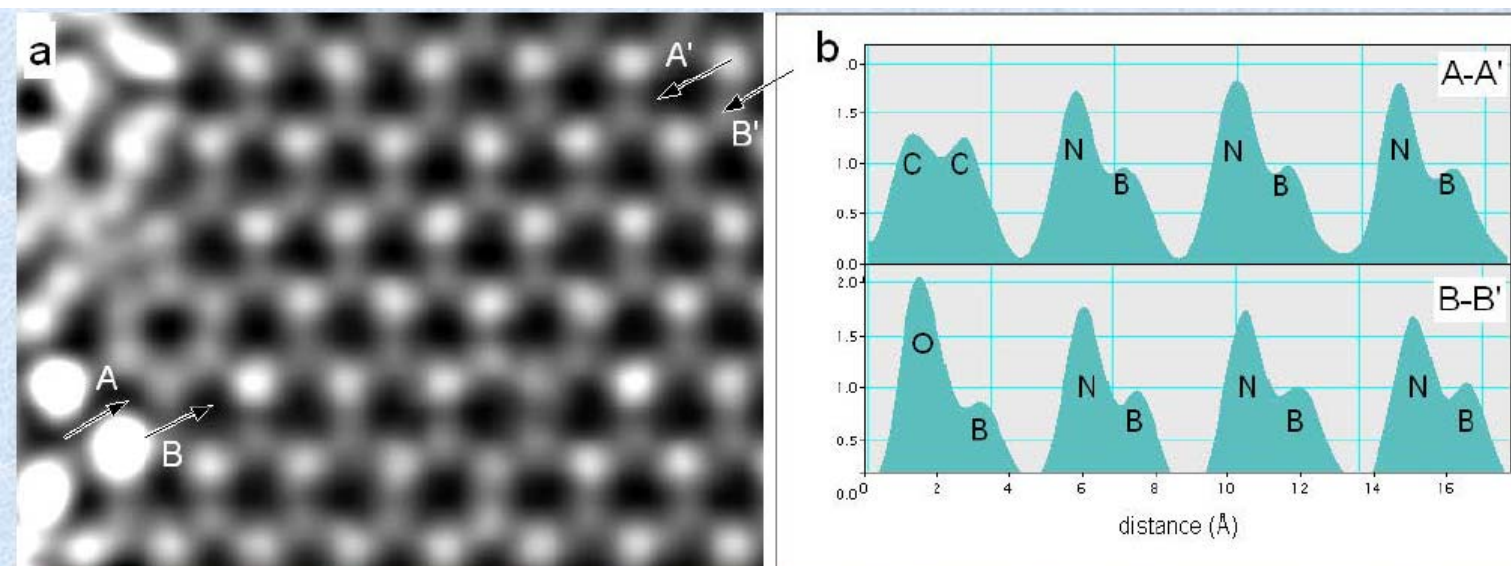
Тонкая структура гексагональной BC_xN фазы



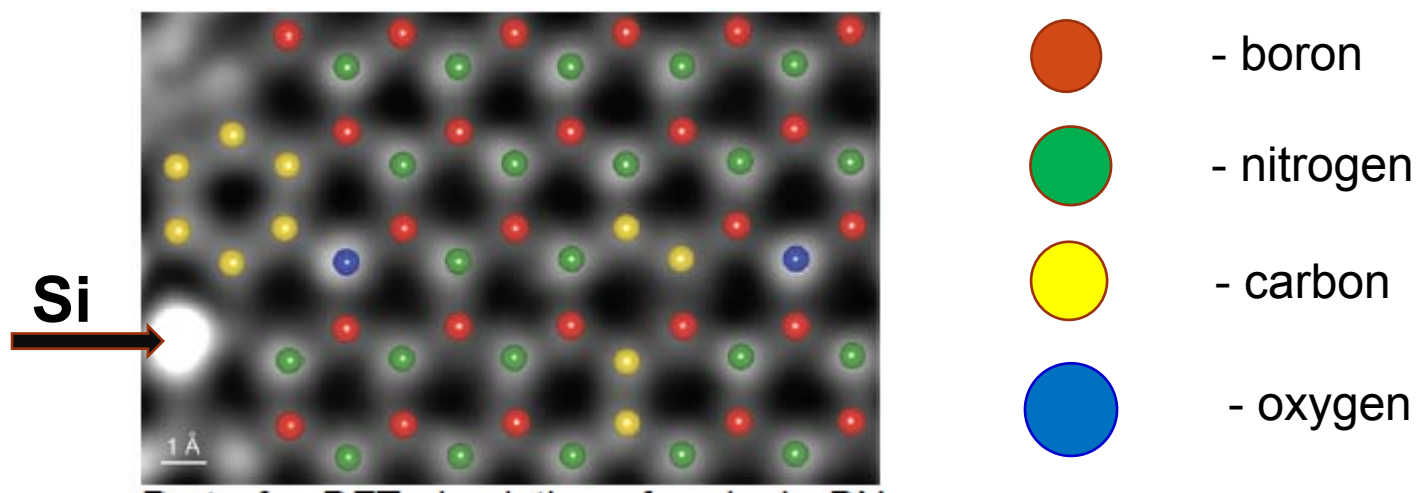
Структура гетерографеновой hBC_xN фазы



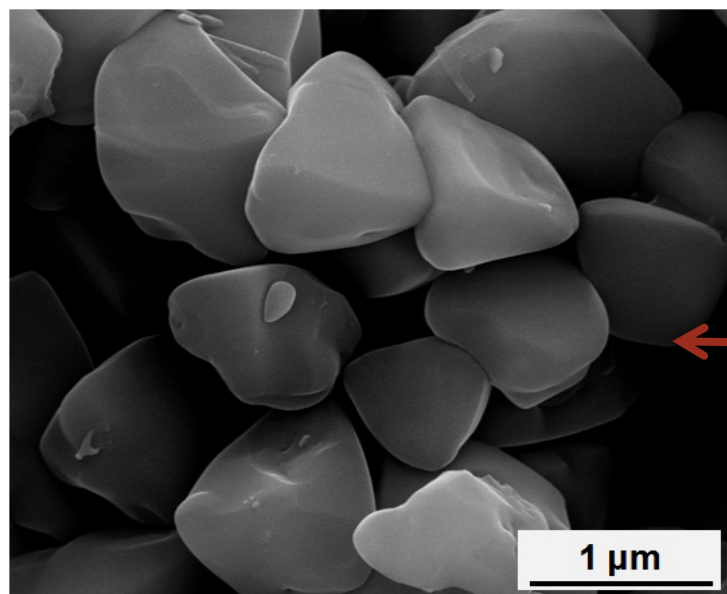
$$a=2.5088 \text{ \AA}, c=6.7211 \text{ \AA}, 6.7680 \text{ \AA} \text{ и } 6.8136 \text{ \AA}$$



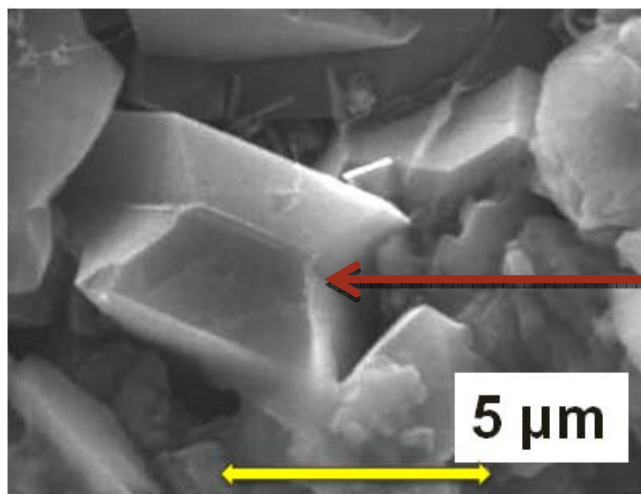
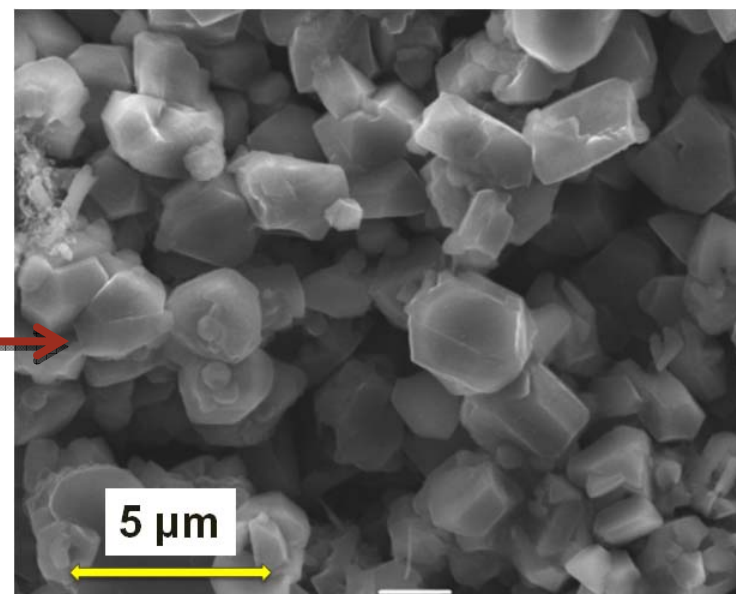
60 keV MAADF image, $6 \times 10^6 \text{ e}^- / \text{\AA}^2$, with probe tails and high spatial frequency noise removed.



SEM изображения кристаллов кубической фазы



cBCxN

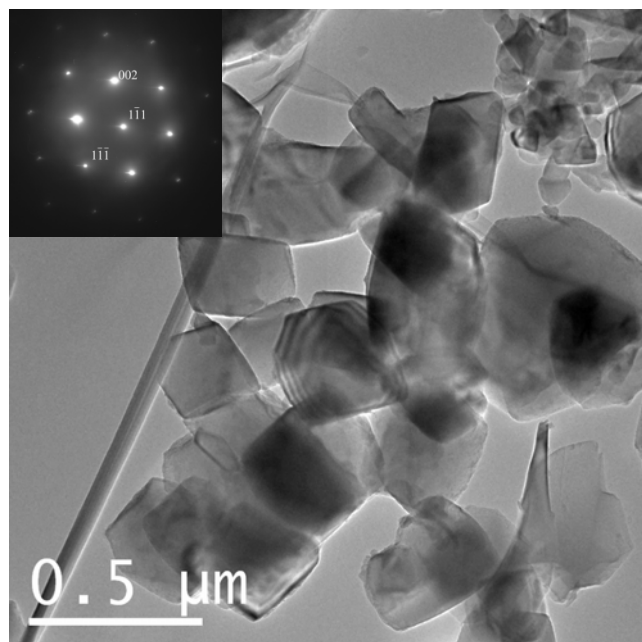


алмаз

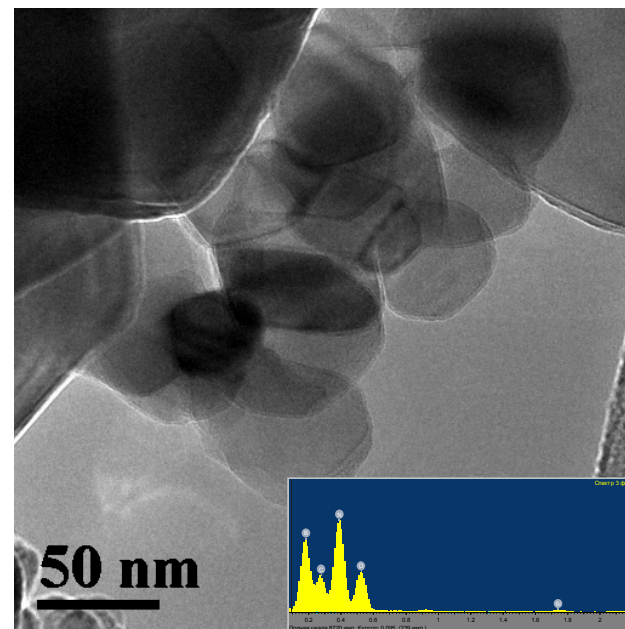
$P \geq 5.0 \text{ ГПа}$

$T \geq 1300 \text{ °C}$

ТЕМ анализ алмазоподобной фазы из смесей нитрида углерода с бором – $c\text{B}_x\text{N}(\text{O})$



Синтез при 8 ГПа

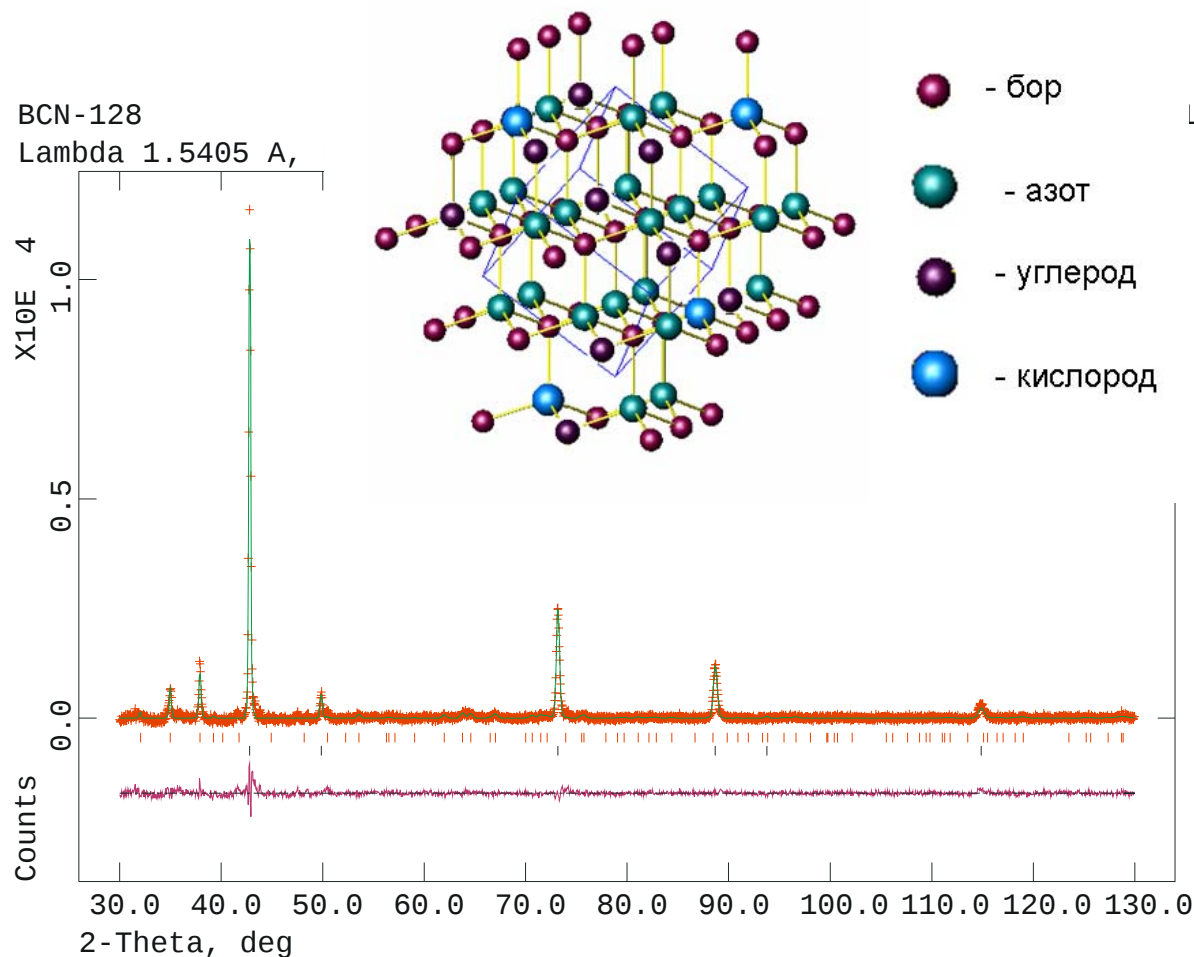


Синтез при 12 ГПа

Средние значения элементного состава (синтез при 8 ГПа)

B	C	N	O
45.3	11.6	36.5	6.6

Уточнение структуры алмазоподобной cBCxN фазы



верхняя кривая – экспериментальные и расчетные данные,
нижняя кривая – разность между ними

Хим. формула	$B_{0.918}C_{0.139}N_{0.943}$
ПГ	<i>F-43m</i>
Z	8
F.W.(при 298 K)	99.247
<i>a</i> (Å)	3.65515(3)
<i>V</i> (Å ³)	48.833(1)
плотн., (г/см ³)	3.375
<i>R_F</i>	0.0575
<i>R_P</i>	0.033
<i>R_{WP}</i>	0.0429
<i>d</i>	1.064
Колич. парам.	32

a (сBN) – **3.616 Å**

Синтез алмазов в системе C-H и C-H-F

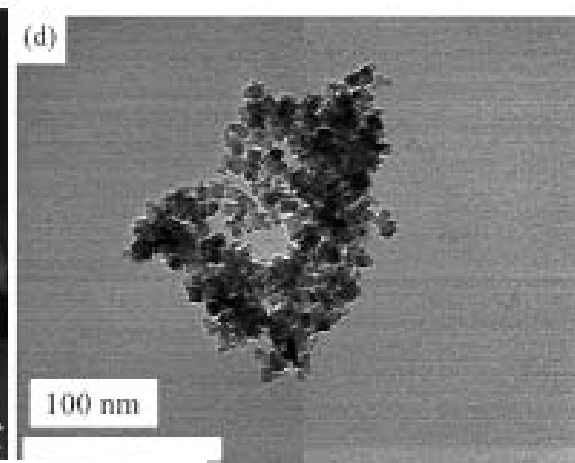
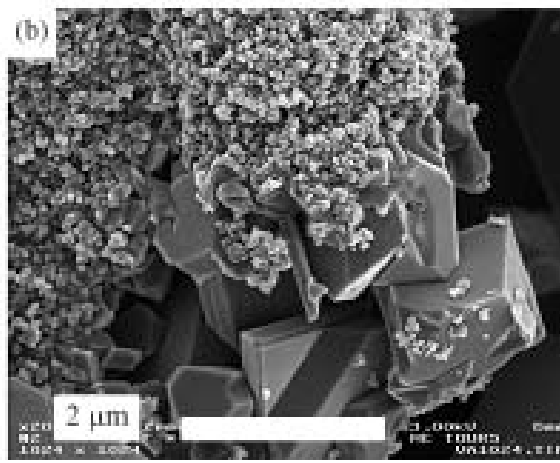
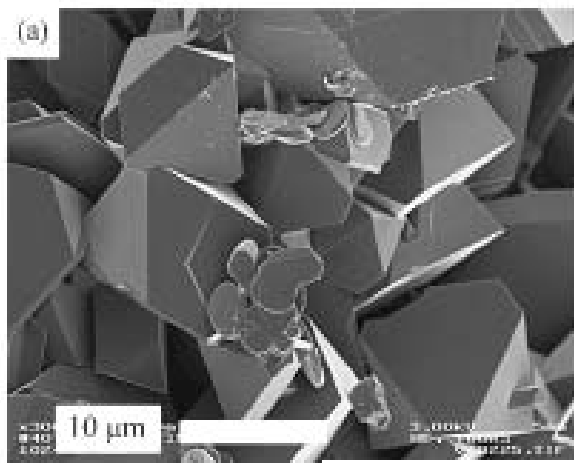


Переход плоского углеродного слоя
в гофрированный



C₁₀H₈

C₁₀H₈ + C₁₀F₈



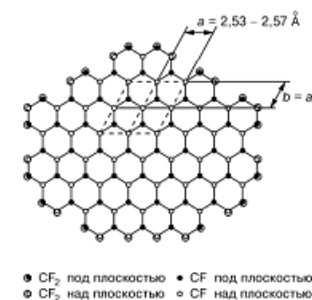
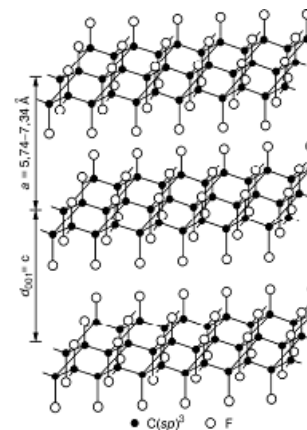
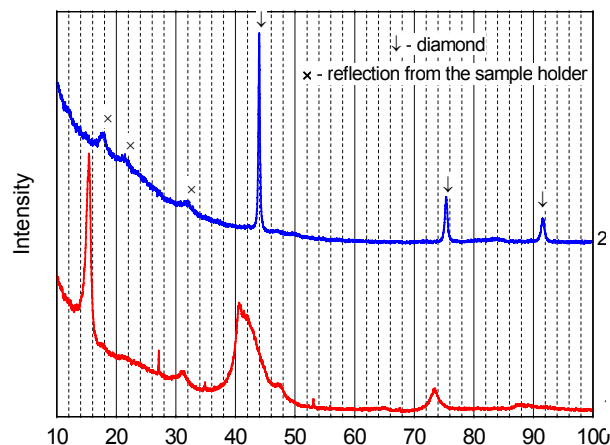
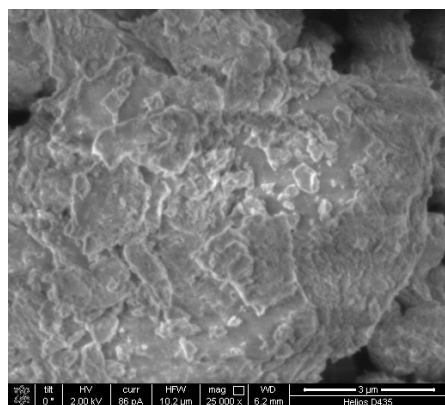
Письма в ЖЭТФ, том 99, вып. 10, с. 673–678

© 2014 г. 25 мая

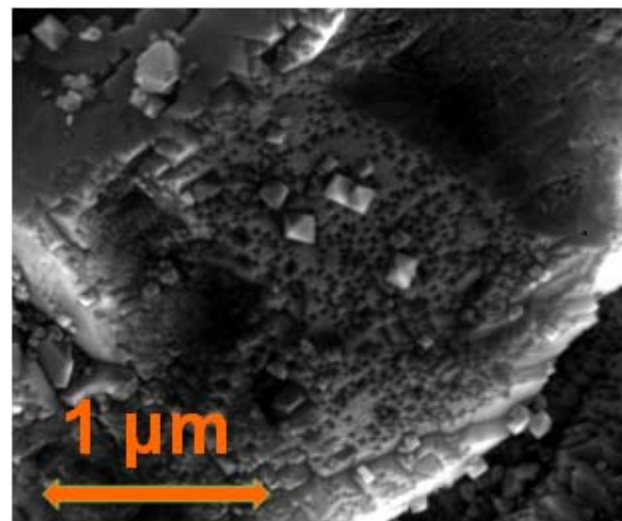
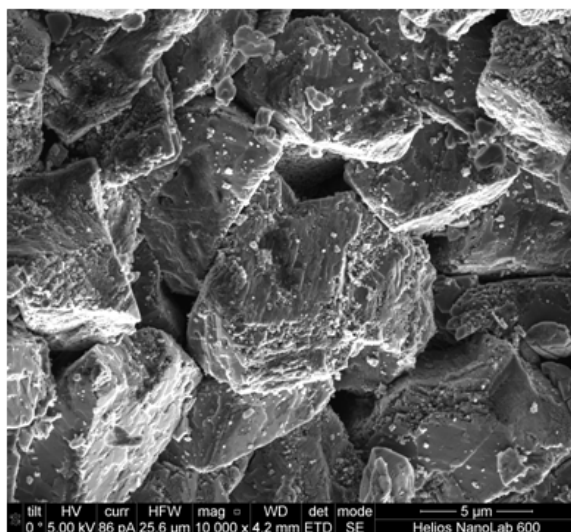
Получение nano- и микроразмерных алмазов с Si-V и N-V
люминесцентными центрами при высоких давлениях в системах на
основе смесей углеводородных и фторуглеродных соединений

В. А. Давыдов¹⁾, А. В. Рахманина, С. Г. Ляпин, И. Д. Ильичев⁺, К. Н. Болдырев*, А. А. Ширяев^{хх},
В. Н. Агафонов^{∇2)}

Монофторид графита $\text{CF}_{1.1}$

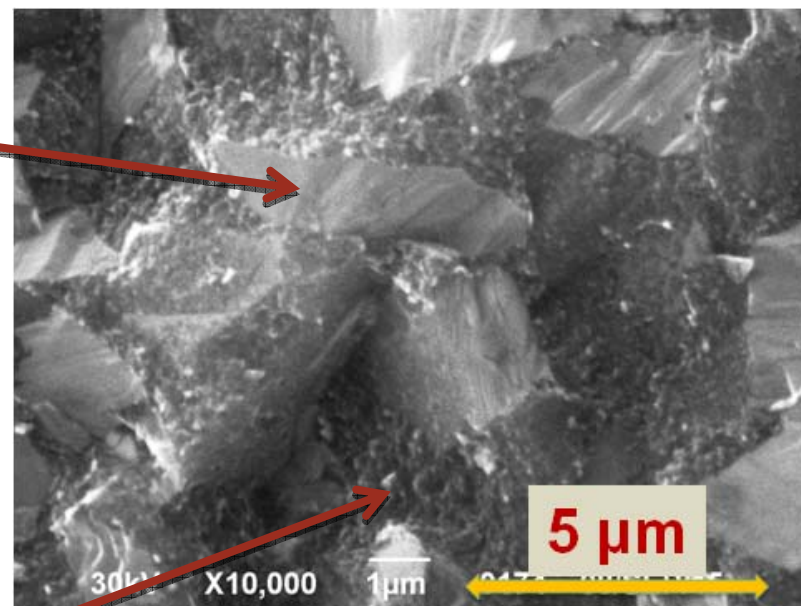
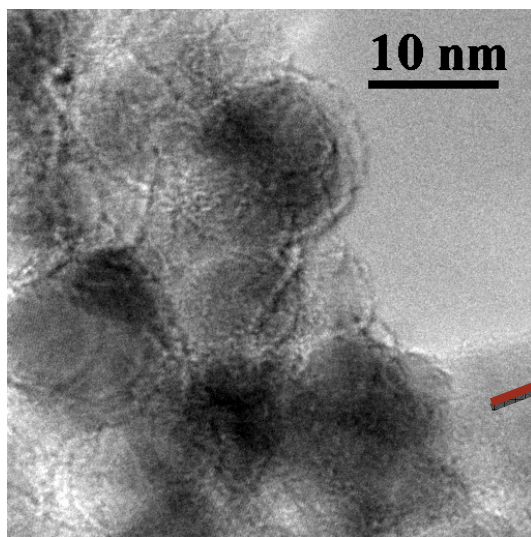
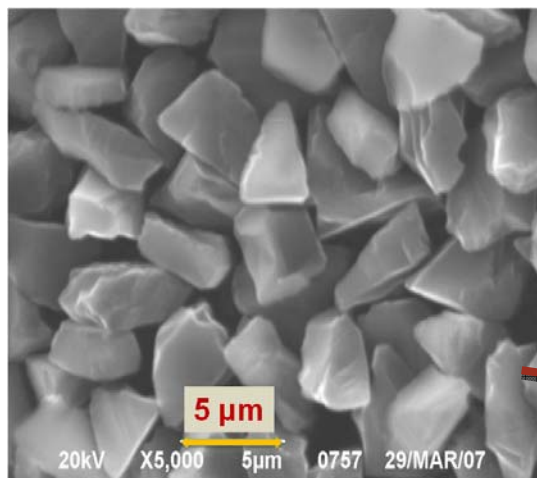


Термобарическая обработка смеси монофторида графита с алмазом²⁰



8.0 ГПа, 1400 °C

Спекание микроалмазов с фторированными наноалмазами



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. Наличие C-N, N-H, C-H и C-F флюидов снижает P-T параметры трансформации гексагональных структур в кубические. Состав флюида влияет на размеры и морфологию формирующихся кристаллов.**
- 2. При термобарической обработке смесей нитрида углерода с бором синтезированы индивидуальные графито- и алмазоподобные частицы с базовой решеткой нитрида бора, содержащие до 10 ат.% углерода и кислород. Атомы углерода равномерно распределены в узлах решетки, замещая бор и азот. Кислород находится только в позициях азота.**
- 2. В условиях высоких давлений и температур флюидные компоненты обеспечивают эффективный массоперенос при консолидации алмазных или алмазоподобных порошков и облегчают получение прочных сверхтвердых компактов.**