

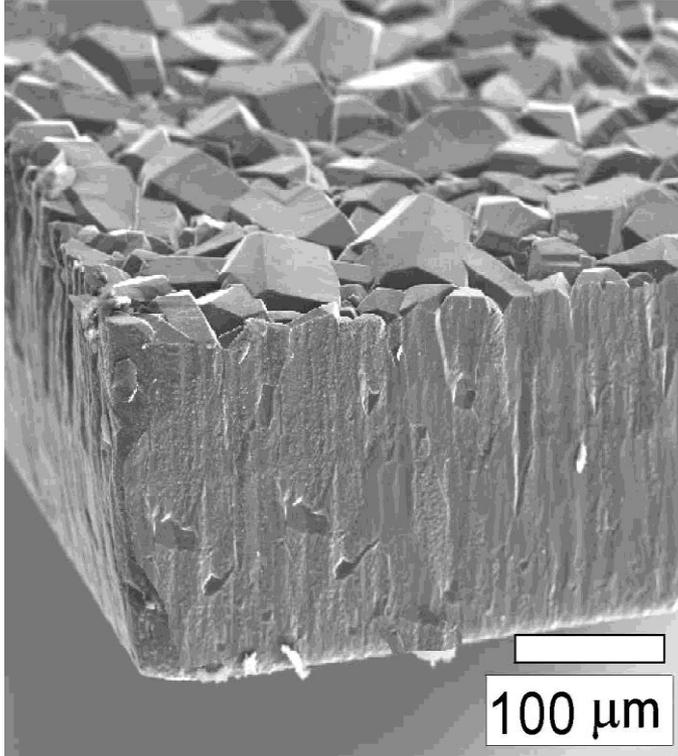
Исследование зависимости выхода нейтронов и протонов DD-реакции из Ti и CVD-алмаза от угла поворота мишени

**М.А. Негодаев¹, А.С. Русецкий^{1*}, К.В. Шпаков¹,
В.Н. Амосов², К.К. Артемьев², С.А. Мещанинов²,
Д.А. Скопинцев²,**

*¹Физический Институт им. П.Н. Лебедева РАН,
119991, Москва, Россия*

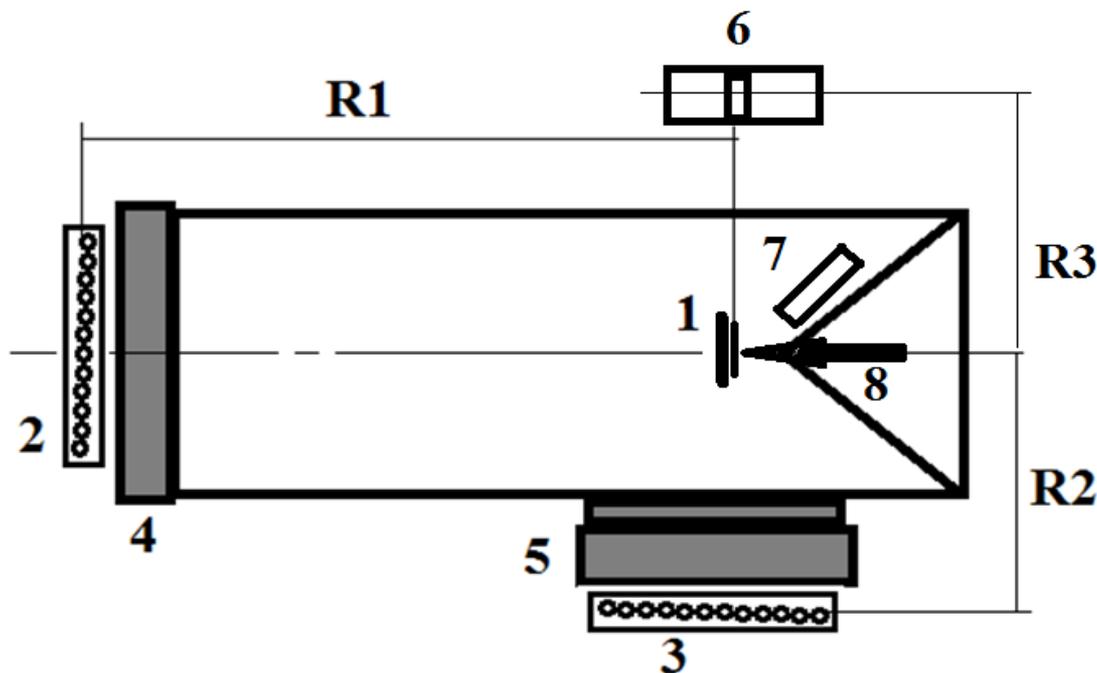
*²Частное учреждение «ИТЭР-Центр», 123182, г.
Москва, Россия*

Изображение ростовой поверхности образца CVD-алмаза и поверхности скола в электронном микроскопе QUANTA 650 FEG



Структура CVD-алмаза существенно неоднородна и анизотропна . Кристаллиты растут в виде колонн, ориентированных перпендикулярно поверхности, причем с увеличением толщины пленки «диаметр» колонн увеличивается. Размеров кристаллитов возрастают от ~ 1 мкм в сильно дефектном слое вблизи подложки до десятков и даже сотен микрометров на противоположной, более совершенной ростовой стороне (которая обращена к пучку). Кроме того на ростовой поверхности все микрокристаллы имеют четкую текстуру с ориентацией зерен (100).

Схема эксперимента по измерению выхода нейтронов и протонов реакции D+D ядерного синтеза при низких энергиях в дейтерированных кристаллических структурах на ионном пучке установки ГЕЛИС



1 – мишень на держателе, охлаждаемом водой; 2 и 3 – нейтронные детекторы на основе ^{12}C счетчиков, 4 и 5 – радиаторы из оргстекла толщиной 7 и 10 см, соответственно; 6 – сцинтилляционный детектор нейтронов; 7 – алмазный детектор заряженных частиц; 8 – ионный пучок. Расстояния от мишени до детекторов $R1 = 100$ см, $R2 = 45$ см, $R3 = 40$ см.

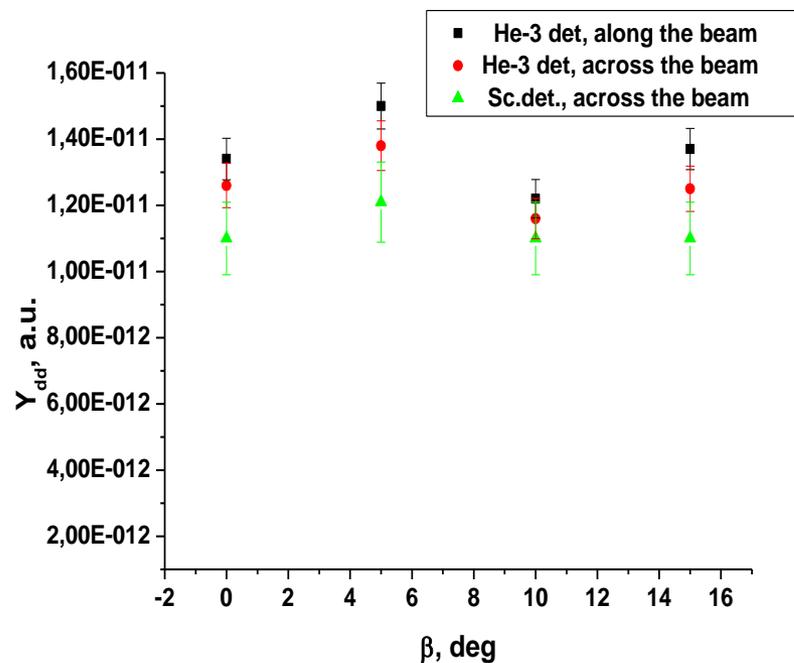
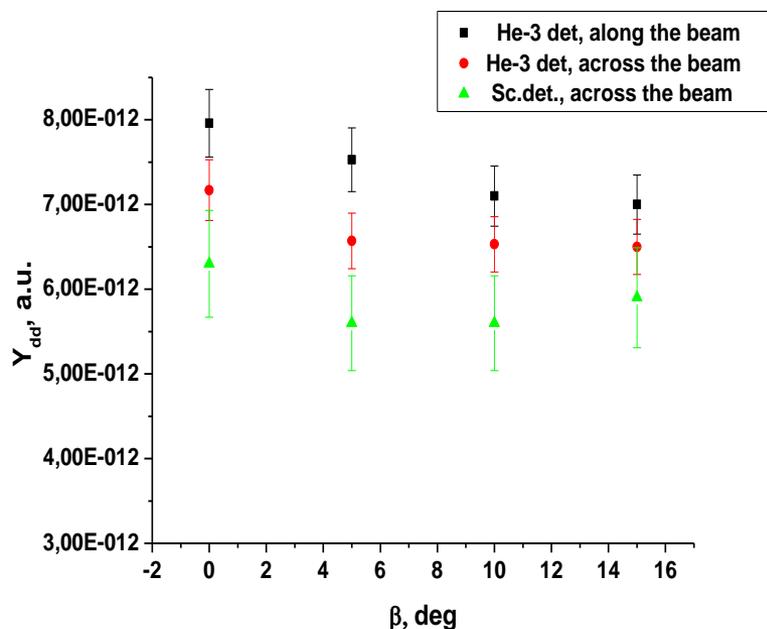
Выход нейтронов DD-реакции

определялся по формуле

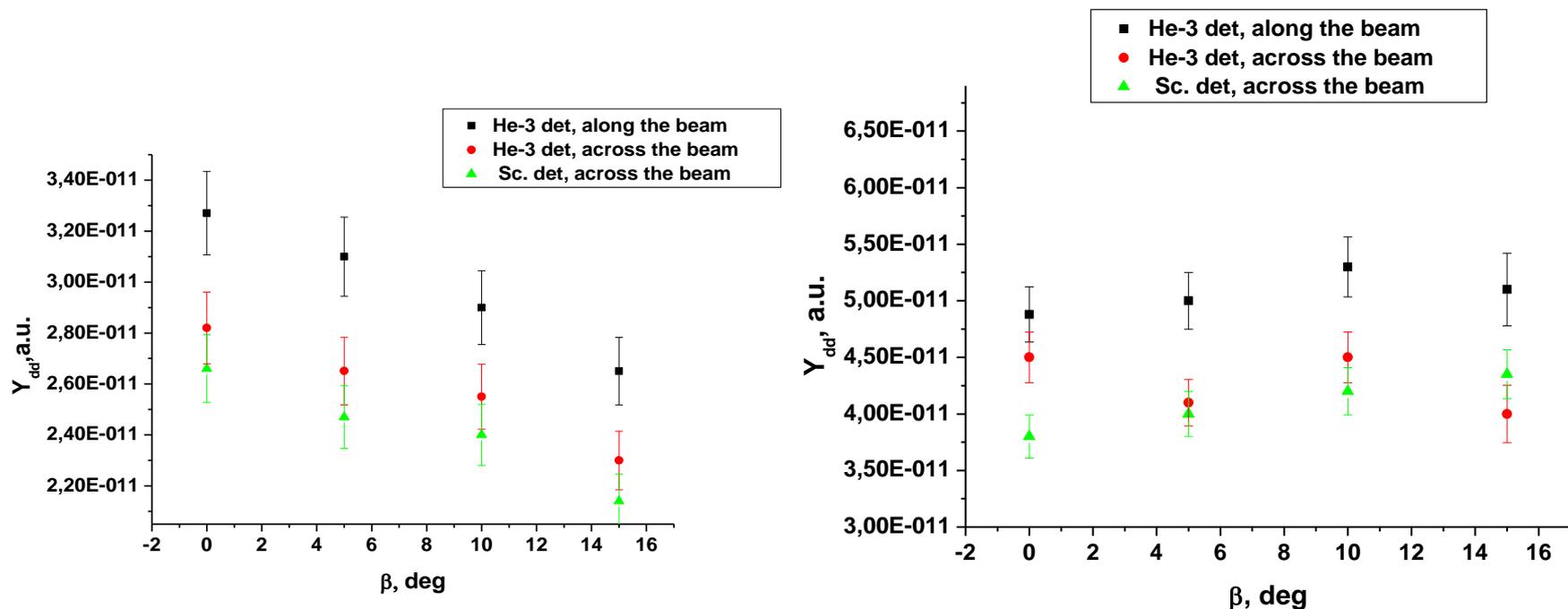
$$Y_{dd} = n_n / (I_d S),$$

где n_n – поток нейтронов от мишени в 4π ср, I_d – средний ток ионов D+ (в D/c), S – площадь под пучком. β – угол падения пучка на мишень. Для удобства расчетов и сравнения при $\beta = 0^\circ$, $S = 1$

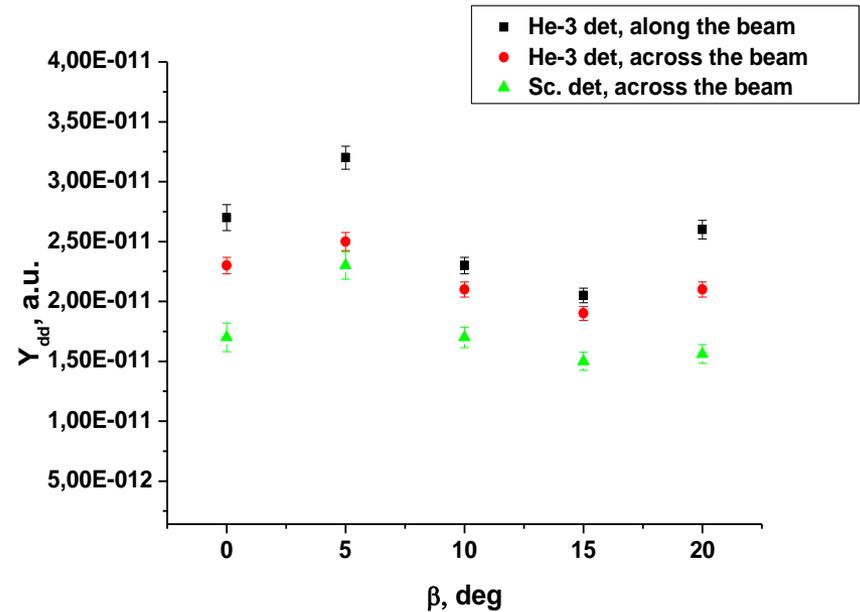
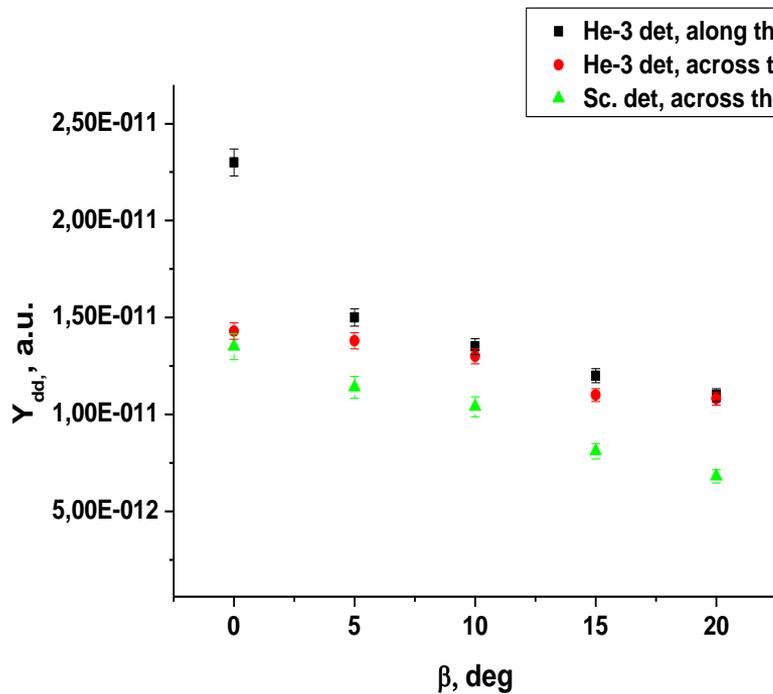
Зависимость выхода нейтронов от угла поворота мишени. Мишень Ti , энергия 20 (слева) и 25 кэВ (справа). Угол $\beta = 0^\circ$ соответствует положению мишени перпендикулярно направлению пучка дейтронов. Детектор на основе He-3 счетчиков, выход вдоль пучка (■), поперек пучка (●). Сцинтилляционный детектор, выход поперек пучка (▲)



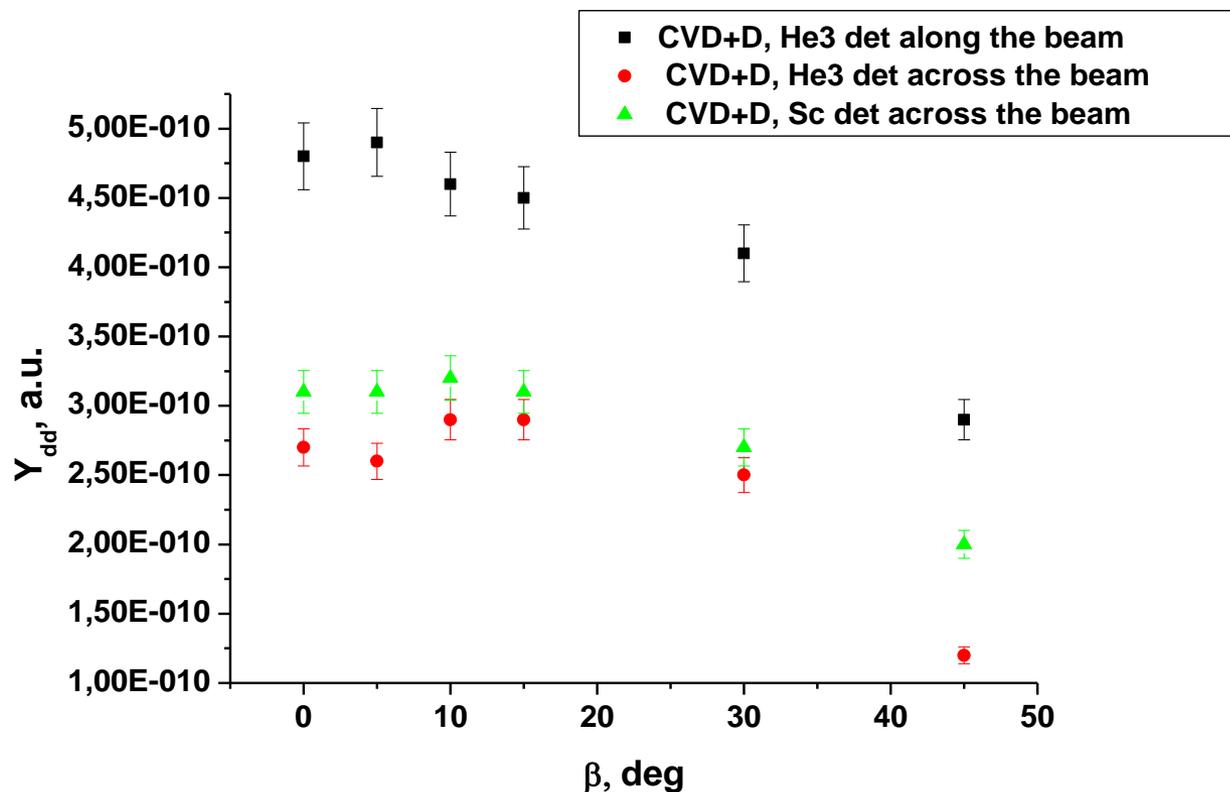
Зависимость выхода нейтронов от угла поворота мишени. Мишень Ti, энергия 30 (слева) и 35 кэВ (справа). Угол $\beta = 0^\circ$ соответствует положению мишени перпендикулярно направлению пучка дейтронов. Детектор на основе He-3 счетчиков, выход вдоль пучка (■), поперек пучка (●). Сцинтилляционный детектор, выход поперек пучка (▲)



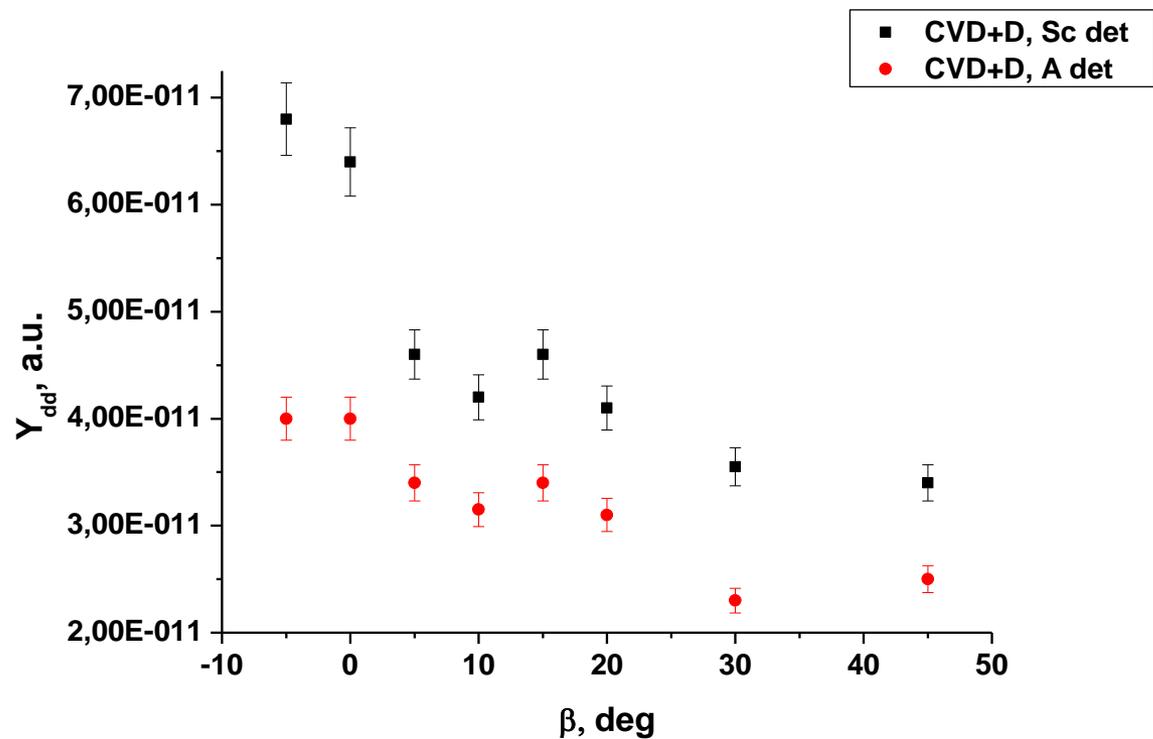
Зависимость выхода DD-нейтронов от угла поворота мишени CVD-алмаза, энергия 25 (слева) и 30 кэВ (справа). Угол $\beta = 0^\circ$ соответствует положению мишени перпендикулярно направлению пучка дейтронов. Детектор на основе He-3 счетчиков, выход вдоль пучка (■), поперек пучка (●). Сцинтилляционный детектор, выход поперек пучка (▲)



Зависимость выхода DD-нейтронов от угла поворота мишени CVD-алмаза, энергия 35 кэВ. Угол $\beta = 0^\circ$ соответствует положению мишени перпендикулярно направлению пучка дейтронов. Детектор на основе He-3 счетчиков, выход вдоль пучка (■), поперек пучка (●). Сцинтилляционный детектор, выход поперек пучка (▲)



Зависимость выхода нейтронов и протонов DD-реакции от угла поворота мишени CVD-алмаза, энергия 25 кэВ, ток 20 мкА. Угол $\beta = 0^\circ$ соответствует положению мишени перпендикулярно направлению пучка дейтронов. Сцинтилляционный детектор, выход нейтронов поперек пучка (■). Алмазный детектор, выход протонов против пучка (●)



Выводы

1. Измерения показали зависимость попавшего на детектор потока нейтронов от ориентации мишени из текстурированного CVD-алмаза в пучке ионов дейтерия.
2. Для изотропных образцов (Ti) подобные эффекты не наблюдались.
3. Возможное объяснение эффекта – это каналирование ионов дейтерия и нейтронов в каналах текстурированного CVD-алмаза.