

## Отзыв на автореферат

диссертации Манкелевича Ю.А. «Плазменно и термически стимулированное осаждение алмазных пленок: многомерные модели химических реакторов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертация Ю.А. Манкелевича посвящена численному моделированию плазмохимических и транспортных процессов в различных реакторах для газофазного химического осаждения алмазных пленок. В диссертации рассмотрены модели всех основных типов реакторов для получения алмаза из газовой фазы – реакторы на основе дугового плазмотрона, с разрядом постоянного тока, с СВЧ разрядом и реактор с горячей нитью.

Актуальность этих исследований связана со стремительным развитием в последние десятилетия технологии получения алмаза химическим осаждением из газовой фазы. Этим методом получают алмазные пленки и пластины с различными размерами кристаллов – ультра-, нано- и микрокристаллические пленки. Также химическое осаждение из газовой фазы позволяет получать монокристаллический алмаз, осаждаемый на монокристаллические подложки. В свою очередь, развитие этой технологии стимулировано уникальными физико-химическими свойствами алмаза, делающими его перспективным материалом для целого ряда приложений.

Сдерживающим фактором для развития данной технологии является отсутствие детальной информации о процессах, происходящих в реакторе. Методы численного моделирования, развитые автором в диссертации, позволили восполнить имеющийся пробел в наших знаниях. Ю.А. Манкелевич в своих численных моделях скрупулезно учел множество плазмохимических процессов, протекающих при осаждении алмаза, в том числе в сложных многокомпонентных газовых смесях. Автором построены двумерные (2-D) численные модели, которых вполне достаточно для описания процессов в плазмохимических реакторах, имеющих в реальности как раз осевую симметрию. Там, где такая симметрия нарушается (реакторы с горячей нитью), Ю.А. Манкелевич использовал 3-D модели. Построенные автором модели опираются на имеющиеся экспериментальные данные, объясняют наблюдаемые в экспериментах эффекты. С помощью этих моделей можно получить детальную информацию о процессах, происходящих в объеме реактора и, таким образом, существенно расширить понимание физики роста алмаза из газовой фазы.

Работы Ю.А. Манкелевича хорошо известны среди специалистов, занимающихся исследованиями газофазного синтеза алмаза, его диссертация представляет собой несомненный вклад в понимание физики роста алмаза из газовой фазы и протекающих при этом плазмохимических процессов.

Замечание относится к тексту автореферата. К сожалению, в автореферате крайне скупо описаны численные методы, которые использовались автором при создании численных моделей.

Считаем, что Ю.А. Манкелевича несомненно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Заведующий лабораторией ИПФРАН  
доктор физико-математических наук  
Старший научный сотрудник ИПФРАН  
кандидат физико-математических наук

А.Л. Вихарев

А.М. Горбачев

Подписи д.ф.-м.н. А.Л. Вихарева и к.ф.-м.н А.М. Горбачева заверяю

Ученый секретарь  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Институт прикладной физики  
Российской академии наук (ИПФ РАН), д.ф.-м.н.

