

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Казакова Валерия Алексеевича  
«Высокодозовое ионно-лучевое и химическое модифицирование структуры и свойств  
углеродных материалов и композитов»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Диссертационная работа Казакова В.А. посвящена актуальной задаче, направленной на развитие методик высокодозового ионного и химического модифицирования углеродных материалов и методов анализа получаемых материалов. Перспективные композиционные материалы на основе графена, алмаза, углеродных волокон найдут широкое применение в авиационной и космической технике. Актуальность темы исследования связана с развитием методов анализа структуры новых углеродных композиционных материалов с целью улучшения их физико-механических свойств и усовершенствования технологий их получения.

В диссертационной работе впервые изучено влияние высокодозового ионного облучения ионами  $Ag^+$  и  $Ne^+$  при различных температурах на поверхностные свойства синтетических алмазов. Обнаружено появление ионно-индуцируемой проводимости в образовавшемся нанослое алмаза и изучено влияние температуры облучаемой мишени на его структуру и электропроводящие свойства. Предложена методика КРС диагностики аморфной фазы в спектрах облученного ионами  $Ag^+$  поликристаллического алмаза посредством аппроксимации спектра функциями Гаусса и введением дополнительной полосы, отнесенной к аморфной фазе. Наличие аморфной фазы было подтверждено методами дифракции быстрых отраженных электронов.

Получены и исследованы новые углеродные наноматериалы и композиты на их основе: графеновые аэрогели и полимерный композиционный материал графен-карбоксиметилцеллюлоза. Разработана совместная диагностика методами КРС и синхронного термического анализа термической стабильности композиций углеродных материалов в процессе нагрева в кислородосодержащей атмосфере.

Полученные в работе материалы и разработанные методы их модифицирования несомненно расширят возможности по использованию углеродных композиционных материалов в различных областях техники, что представляет основную практическую значимость работы. В частности, в работе показана возможность применения пленок полимерного композитного материала графен-карбоксиметилцеллюлоза в качестве пассивных затворов для создания лазеров ультракоротких импульсов.

Замечание по автореферату:

Из автореферата не ясно, каким образом оптические методы исследования подтверждают структурно-морфологические изменения поверхности при облучении алмаза.

Приведенные замечания не меняют общего положительного впечатления от диссертационной работы.

Автореферат Казакова В.А. составлен в традиционной форме, публикации полностью отражают содержание работы.

Основные результаты работы опубликованы в 15 печатных работах: в 9 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК и прошли апробацию на 22 международных и всероссийских научных конференциях. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в областях науки и технологий, имеющих цель создания, модифицирования и диагностики новых углеродных композиционных наноматериалов.

В целом представленная диссертационная работа «Высокодозовое ионно-лучевое и химическое модифицирование структуры и свойств углеродных материалов и композитов» выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Казаков В. А. несомненно достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Доктор физико-математических наук  
вед. научн. сотрудник

В. А. Смирнов

Смирнов Вячеслав Александрович, ведущий научный сотрудник лаборатории спектроскопии наноматериалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Института проблем химической физики РАН,

Адрес: 142432, Московская обл., г. Черноголовка, Проспект академика Семенова, д.1, ИПХФ РАН

Тел.: +7 (49652) 21025, E-mail: vas@icp.ac.ru

Подпись Смирнова Вячеслава Александровича удостоверяю:  
Ученый секретарь ИПХФ РАН,  
Доктор химических наук



Б.Л. Психа