

## Отзыв

на автореферат С.Ю. Ананьева «Физико-химические превращения углеродных наноструктур и реакционно-способных смесей при ударно-волновых воздействиях», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертация посвящена исследованию физико-химических процессов, происходящих в смесях углеродных нанотрубок, в механоактивированных энергетических композитах Al и Ni, а также в термитных смесях Al с оксидами металлов при сильных ударно-волновых воздействиях. Актуальность исследований связана с необходимостью получения данных о механизме и роли механоактивации реакционно-способных смесей твердых компонентов энергетических композитов и термитных смесей. Определение условий стабильности углеродных нанотрубок при сильных импульсных ударно-волновых воздействиях важно для их практического применения в качестве упрочняющих армирующих волокон. Для образцов керамики на основе карбида кремния армированного углеродными нанотрубками установлено превышение пределов упругости и прочности на изгиб в статических условиях примерно в два раза по сравнению с обычной керамикой.

Показано, что при ударно-волновом обжиге в ампулах сохранения предварительно механоактивированной смеси Al и Ni при  $P > 10$  ГПа образуется интерметаллид AlNi. Интересно отметить, что образование небольших количеств интерметаллида наблюдалось в ходе механоактивации даже без ударно-волнового воздействия.

Получены экспериментальные данные по инициированию развития реакций в термитных механоактивированных смесях Al с оксидами металлов при ударно-волновых воздействиях. Для получения быстрогорящих термитных составов на основе микронных порошков Al с оксидами металлов показана необходимость предварительной механоактивации. По измерениям яркостной температуры и температуры воспламенения установлены оптимальные временные диапазоны

механоактивации термитных составов для получения наиболее реакционно-способных составов.

Разнородные исследования в первой и второй главах диссертации объединены применением общей экспериментальной методики - ампул сохранения для получения новых материалов. Однако, эта методика позволяет изучать только конечный продукт, образующийся в результате ударно-волнового обжатия, сопровождаемого распространением во внутреннем объеме ампулы многочисленных отраженных ударных волн и волн разрежения. Для исследования полученных в ампулах сохранения продуктов в диссертации применялись современные экспериментальные методики.

Исследования, выполненные во второй и третьей главах, объединяет методика предварительной механоактивации компонентов изучаемых смесей и проведение опытов при ударно-волновом воздействии.

В диссертации получен обширный экспериментальный материал. Постановка многих экспериментов была выполнена впервые. Так, впервые, получены экспериментальные данные по ударно-волновому синтезу интерметаллида из механоактивированных порошков Al и Ni, по ударно-волновому иницированию и химическому реагированию механоактивированных термитных смесей.

В качестве недостатка отметим.

1. Армирующее действие нанотрубок в композиционной керамике на основе карбида кремния, показанное в работе при статических условиях, было бы логично дополнить данными при ударно-волновых воздействиях с использованием ампул сохранения.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация С.Ю. Ананьева заслуживает положительной оценки.

Результаты доложены на 20 международных конференциях. По материалам диссертации опубликованы 7 статей в рецензируемых научных журналах. Содержание автореферата диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника. По актуальности темы научного исследования, объему полученных результатов, по научной значимости, практическому применению результатов

диссертация С.Ю. Ананьева на тему «Физико-химические превращения углеродных наноструктур и реакционно-способных смесей при ударно-волновых воздействиях» соответствует критериям « Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Сергей Юрьевич Ананьев заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Заведующий кафедрой «Химическая физика» доктор физико-математических наук, профессор 84993243175, gubin@\_sa@mail.ru

Губин Сергей Александрович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет» МИФИ», 115409 Москва, Каширское шоссе 31



Подпись удостоверяю  
Заместитель начальника отдела  
документационного обеспечения  
НИЯУ МИФИ  
А.А. Абатурова