

Отзыв

официального оппонента

на диссертацию **Галиева Фаниса Фаниловича**

«Метод получения металл-интерметаллидных и металл-керамических стержней на основе Ni-Al и Mg-2B совмещением экзотермического синтеза и горячей газовой экструзии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Диссертационная работа Галиева Ф.Ф. на тему «Метод получения металл-интерметаллидных и металл-керамических стержней на основе Ni-Al и Mg-2B совмещением экзотермического синтеза и горячей газовой экструзии» содержит 133 стр. машинописного текста, состоит из введения, шести глав, выводов и приложений. Диссертация содержит 56 рисунков, 9 таблиц, список литературы из 120 наименований.

Актуальность темы. Диссертационная работа Галиева Ф.Ф. посвящена актуальной теме исследования процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов на основе никель-алюминиевых интерметаллидов и боридов магния. При этом оригинальность работы состоит в том, что впервые синтез горением таких композиций совмещен с процессом горячей газовой экструзии. Улучшение свойств металлокерамических материалов, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях, является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений исследований является экспериментальное моделирование процессов, в которых синтез горением реализуется при одновременном механическом воздействии на продукты синтеза различными приемами. Можно ожидать, что такое совмещение придаст синтезируемым композициям новую совокупность эксплуатационных свойств.

Научная новизна работы. В диссертационной работе Галиева Ф.Ф. впервые исследованы закономерности синтеза горением интерметаллидов системы Ni-Al и боридов системы Mg-B в стальной оболочке в условиях пластической деформации под действием изостатического давления инертного газа и локального нагрева. При этом установлено, что максимальная концентрация целевой фазы NiAl достигается горячей газовой экструзией при давлении 200 МПа и температуре начала процесса выше 730 °С, а фазы MgB₂ при давлении 220 МПа температуре начала процесса выше 650 °С. Показано, что форма зерен всех никель-алюминиевых стержней вытянута по направлению экструзии, а имеющиеся во всех образцах трещины, формируются в результате схлопывания пор.

Впервые исследована последовательность формирования структуры и фазового состава продуктов горения в процессе горячей газовой экструзии. Показано, что синтез начинается с твердофазного образования фазы NiAl₃ на границе контакта зерен никеля и алюминия. При повышении температуры в результате растворения никеля в алюминиевом расплаве на поверхности частицы никеля образуется слой из фазы Ni₂Al₃. Далее растворение никеля приводит к образованию соединений с большим его содержанием NiAl и Ni₃Al.

Новый метод, предложенный Галиевым Ф.Ф., позволил практически в одну технологическую операцию получить компактные образцы диборида магния с максимальной температурой перехода в сверхпроводящее состояние.

В работе Галиева Ф.Ф. впервые предложены выражения для оценки внутриспорового давления при воздействии на него внешнего изостатического давления газа. Проведено сравнение с экспериментальными результатами.

Достоверность полученных диссертационной работе Галиева Ф.Ф. результатов обеспечена применением как традиционных, методов исследования СВС процессов, так и взаимодополняющих новых подходов. В частности, для исследования микроструктуры и физико-механических свойств полученных материалов использованы аттестованные физико-химические методы и методики проведения экспериментов с применением аналого-цифрового преобразователя QMBox, ДРОН-3М, сканирующего электронного микроскопа Zeiss Ultra plus, микротвердомера ПМТ-3, инфракрасной камеры Flir 60 и др. приборов. Публикации основных результатов исследований в различных научных изданиях, обсуждение их на конференциях и лабораторных семинарах также повышают достоверность полученных данных.

В работе Галиева Ф.Ф. гармонично сочетаются фундаментальные исследования закономерностей и механизма получения металл-интерметаллидных и металл-керамических стержней совмещением экзотермического синтеза и горячей газовой экструзии на основе модельных систем Ni-Al и Mg-2B с ярко выраженной технологической направленностью полученных результатов.

Научные положения, выносимые диссертантом на защиту, а также выводы и рекомендации, сформулированные по завершении работы, полностью обоснованы материалами, приведенными в работе.

Результаты диссертационной работы Галиева Ф.Ф. достаточно полно изложены в научных публикациях. Они опубликованы в 9 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК.

Основные положения работы широко обсуждены на многочисленных научных форумах в России и за рубежом.

Содержание и структура автореферата соответствуют содержанию диссертации.

Наряду с несомненными достоинствами диссертации Галиева Ф.Ф., по работе есть некоторые замечания.

1. В разделе 2.2 диссертации (стр. 37) утверждается, что «Адиабатическая температура горения и наиболее вероятный состав продуктов синтеза при выбранном соотношении исходных порошков были рассчитаны в программном комплексе «Thermo». Однако в работе отсутствует информация о результатах расчета и как они были использованы для достижения поставленной цели кроме утверждения, что «Адиабатическая температура горения смеси является основой для выбора оболочки и определения режимов газовой экструзии». При этом нет обоснования почему для сильно различающихся по экзотермичности систем (Ni-Al) и (Mg-B) использованы оболочки из одного материала – стали марки Ст.35.

2. В разделе 2.3 (стр. 40) отмечается, что «Основными параметрами ГГЭ являются изостатическое давление газа в камере высокого давления, температура ампулы в области матрицы на момент начала ГГЭ и скорость экструзии». Вместе с тем в работе отсутствует информация о методике измерения давления и способа поддержания постоянного давления в процессе эксперимента.

В экспериментах фактически измеряется температура порошковой смеси. В работе нет информации о том, как соотносятся измеряемая температура и температура ампулы в области матрицы. В то время как процесс экструзии

практически полностью зависит от температуры стальной ампулы, а именно от ее пластичности при этой температуре.

Кроме того, в работе нет информации о том, как измерялась скорость экструзии.

3. На рис. 2.5 «ампула для ГГЭ» (рис. 2.4), видимо, обозначена как исходная заготовка? Здесь же номера 4 и 5 перепутаны.

4. На стр. 67 диссертации утверждается «для повышения содержания целевых интерметаллидов ... важно понимание стадийности фазообразования в реакционноспособной порошковой смеси в процессе ГГЭ ... было решено провести закалку продуктов реакции синтеза». Под закалкой обычно подразумевается резкое охлаждение материала для фиксации его высокотемпературного фазового состава и структуры. В работе использовалась остановка процесса ГГЭ и естественное охлаждение полуэкструдированного образца без закалки.

5. На рис. 3.19 анализируется микроструктура обл. 3. Видимо предполагается, что эта обл. 3 из рис. 3.14? Однако при сопоставлении этих рисунков между ними нет согласованности.

6. В выводах к главе 3 утверждается, что «...обнаружено, что реакция в механоактивированной порошковой смеси локализована в пределах одной композитной частицы». Однако в материалах работы практически отсутствуют доказательства этого утверждения, также как и доказательства формирования таких частиц.

В целом диссертационная работа «Метод получения металл-интерметаллидных и металл-керамических стержней на основе Ni-Al и Mg-2В совмещением экзотермического синтеза и горячей газовой экструзии» Галиева Фаниса Фаниловича соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» (от 24.09.2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а ее автор, Галиев Фанис Фанилович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

15 апреля 2024 года

Доктор технических наук,
с.н.с. лаборатории
нанотехнологий металлургии НИ ТГУ
ziatdinovm@mail.ru

Зиатдинов
Мансур Хузиахметович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (НИ ТГУ), 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, +7 (382-2) 529-585

Я, Зиатдинов Мансур Хузиахметович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенном в этом документе



Подпись удостоверяю
Ведущий документовед
Андреев И. В.