

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Махан Хамид Мохаммед Махан «Исследование структуры и свойств алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO_2 », представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение

Актуальность темы исследования

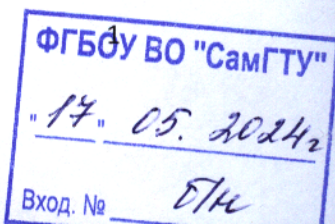
Алюминиевые сплавы серии 2xxx (в частности, сплавы типа Д16 (ГОСТ4784-2019)) обладают высокой прочностью, низкой плотностью и хорошей формруемостью. Благодаря этим преимуществам они являются наиболее подходящими для изготовления элементов конструкций транспортных средств. Композиты с металлической матрицей, разработанные в последние годы, обладают рядом уникальных механических свойств, таких как: низкая плотность, высокая прочность, высокая жесткость и высокая износостойкость. Важнейшей целью последних разработок в данной области является создание металлических особо легких композиционных материалов и композиционных материалов со сбалансированной комбинацией прочности и жесткости, что уменьшит образование трещин и дефектов, но в то же время увеличит статические и динамические механические свойства. В связи с этим, диссертационная работа Махан Хамид Мохаммед Махан, направленная на изучение влияния, как известных прутковых лигатур на основе систем AA2024/ TiO_2 , так и синтезированных лигатур на основе алюминия с ультрадисперсными наноразмерными частицами TiO_2 на процесс кристаллизации сплавов на основе сплава AA2024 (аналог Д16).

Научная новизна и научная значимость

К основным результатам диссертационной работы Махан Хамид Мохаммед Махан, обладающим научной новизной, можно отнести то, что в работе введены комплексные экспериментальные исследования фазового состава, структуры и механических свойств сплава AA2024 с интегрированными наночастицами TiO_2 , изготовленного литьем в металлические формы. Выявлено влияние добавления армирующих материалов (наночастиц) на процесс кристаллизации расплава и зеренную структуру литых слитков из

с отзывом замком №17.05.2024

Тим



многокомпонентных алюминиевых сплавов; установлено, что армирующие керамические наночастицы находятся как внутри зерна, так и по границам зерен алюмоматричных композитов системы AA2024/TiO₂. Особо интересны представляется выявленное в данной работе повышение усталостной прочности базового сплава при введении в него 5 масс. % TiO₂.

Практическая значимость результатов работы

Исследование алюминиевых композитов с армированием наночастицами TiO₂ может привести к созданию новых материалов с улучшенными свойствами. Рассмотрено влияние термической обработки на их механические свойства. Практическая значимость заключается в оптимизации свойств алюминиевых композитов AA2024/TiO₂, что позволяет создавать материалы с повышенной прочностью, легкостью и износостойкостью. Такие улучшения могут найти применение в различных отраслях промышленности, где требуются легкие, прочные и стойкие к разрушению материалы.

Результаты диссертации апробированы при проведении научных исследований в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева и в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Материаловедение и технологии материалов», режимы получения алюмоматричных композитов и их состав рекомендованы к практическому внедрению ООО «Вест 2002».

Обоснованность и достоверность результатов

Достоверность полученных в работе результатов и выводов не вызывает сомнения, все эксперименты и исследования выполнены с применением современного высокоточного оборудования, включая сканирующую электронную микроскопию, а также микрорентгеноспектральный и рентгенофазовый анализы. Особо следует отметить, значительный объем исследований по определению усталостной прочности.

Полученные результаты доложены и подробно обсуждены на профильных международных и российских конференциях, опубликованы в ведущих высокорейтинговых научных изданиях.

Анализ содержания диссертационной работы

Во введении описана актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований. Отмечены научная новизна и практическая значимость, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Анализ способов получения, модификации, свойств и структуры алюмоматричных композиционных материалов» описаны предшествующие работы, касающиеся модифицирования состава строительной керамической продукции, использования добавок в виде отходов различных производств. Особое внимание в литературном анализе уделено влиянию наночастиц на свойства композитов. На основе анализа научной литературы по теме диссертации автором сформулирована цель и задачи исследования.

Во второй главе «Материалы и методы проведения исследований» представлены методы и методики исследований и некоторые характеристики сырьевых материалов и подробно изложены методы и оборудование, использованные при исследованиях и испытаниях.

В третьей главе «Исследование влияния наночастиц на микроструктуру и свойства алюмоматричного композита AA2024/TiO₂» представлены результаты исследований микроструктуры на оптическом микроскопе, исследования методами СЭМ, представлены результаты испытаний на растяжение и твердость, ударную вязкость, скорость износа, усталостное разрушение полученных образцов с различной массовой долей армирующих частиц TiO₂.

В четвертой главе «Эволюция структуры, состава и свойств литых композитов после термической обработки» показано, что после проведения термической обработки типичной для дуралюминов (нагрев до 500 °С в течение 3 ч с последующим охлаждением в воде, а также старение при нагреве до 180 °С в течение 3 ч с последующим охлаждением на воздухе) наночастицы равномерно распределены по матрице и имеют более плотное соединение с матрицей, представлены результаты исследований микроструктуры на оптическом микроскопе, исследования методами СЭМ, представлены результаты

испытаний на растяжение и твердость, рентгенограммам, ударную вязкость, износ и усталостное разрушение.

Соответствие специальности содержания работы указанной

Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует паспорту специальности 2.6.17 Материаловедение (отрасль науки – технические, химические) по п.1 «Разработка новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, в том числе капиллярно-пористых, с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния дисперсности, состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры металлических, неметаллических материалов и композитов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности деталей, изделий, машин и конструкций (химической, нефтехимической, энергетической, машиностроительной, легкой, текстильной, строительной)» и п.2 «Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах».

Замечания и рекомендации по диссертационной работе

Диссертация содержит новые данные и решения, представляющие научный и практический интерес. Совокупность экспериментальных данных, полученных в диссертационной работе, способствует развитию научных представлений о процессах получения, структуре и свойствах литых металломатричных композиционных материалов на основе алюминиевых сплавов с добавками неметаллических наночастиц.

При рассмотрении диссертационной работы возникли следующие вопросы и замечания.

1. Хотя список литературы достаточно большой (147 источников), в нем крайне мало ссылок на работы российских ученых в области алюмоматричных композитов.

Среди них особо следует отметить недавнюю докторскую диссертацию Прусова Е.С., посвященную именно жидкофазным методам введения в алюминиевый расплав различных армирующих частиц.

2. Вид заготовки (отливка или деформируемый полуфабрикат), которую предлагается изготавливать предлагаемого композита, не вполне определен. Деформируемый сплав AA2024 обладает низкой технологичностью при фасонном литье, поэтому для данной технологии мало пригоден. С другой стороны, деформированные полуфабрикаты в данной работе не рассматриваются.
3. Не указано, как был получен (или приобретен) базовый сплав. В табл.2.1 указан конкретный состав из источника [92], но непонятно, почему именно он соответствует объекту исследования. Производитель наночастиц TiO_2 также не указан.
4. Известно, что усвоение армирующих частиц (тем более, наночастиц) при механическом замешивании в расплав, как правило, не полное. Поэтому следовало бы указать не только расчетное, но фактическое содержание частиц TiO_2 в экспериментальных образцах.
5. Утверждение о наличии в структуре композитов интерметаллических соединений Al_3TiCu и Al_9TiFe (с. 51 и далее) не обосновано подтверждающими результатами эксперимента (в частности, на рис.3.2 и рис.3.8 эти соединения отсутствуют). Формирование этих Ti -содержащих соединений возможно только за счет реакции базового алюминиевого сплава с наночастицами TiO_2 , что в работе не рассматривается. Также следует отметить, что из-за низкого содержания железа в базовом сплаве (0,25%, см. табл.2.1), количество частиц Al_9TiFe в принципе не может быть существенным.
6. Появление на с.57 фазы Al_3Ti («Эта повышенная твердость достигается за счет улучшенного распределения соединений Al_3Ti ») требует пояснения, поскольку, поскольку ранее в описании микроструктуры экспериментальных образцов данная фаза не упоминалась.

7. На рис.3.8 виден пик от фазы TiO_2 при 0 (!!!) об.% этих наночастиц (примерно такой же, как и 5% TiO_2), что вызывает удивление.
8. Утверждение на с. 84 («...высокой растворимостью наночастиц TiO_2 в структуре матрицы....») некорректно, поскольку этот оксид (как и другие оксиды практически не растворимы в алюминиевом твердом растворе».
9. Название табл. 4.1 и рис.4.4 («Элементный состав выпадающей фазы») не корректно, поскольку приведенные данные МРСА отражают состав не фазы, а целой области, состоящей из нескольких фаз.

В целом данные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки.

Оформление диссертации

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемым кандидатским диссертациям в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Материал диссертации хорошо структурирован, изложен последовательно и логично, грамотным техническим языком. Автореферат диссертации соответствует её содержанию.

Публикации по работе

Содержание диссертационной работы опубликовано в 11 научных работах, включая 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, включая 5 статей в российских и зарубежных изданиях, входящих в перечень Scopus и Web of Science. Количество и качество опубликованных работ соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

Заключение

Диссертационная работа Махан Хамид Мохаммед Махан является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные методы и решения, исследование композитов на основе матричного сплава AA2024, армированного наночастицами TiO_2 .

Работа выполнена на хорошем экспериментально-теоретическом уровне, имеет высокую практическую значимость. Достоверность результатов не вызывает сомнений, подтверждается согласованностью с литературными данными, исследования проведены на высоком научно-практическом уровне. Это позволяет утверждать, что поставленные в работе цели и задачи исследования достигнуты, а положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны.

Диссертационная работа Махан Хамид Мохаммед Махан соответствует паспорту научной специальности 2.6.17 Материаловедение, а её автор Махан Хамид Мохаммед Махан заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение.

На обработку персональных данных, связанную с защитой Махан Хамид Мохаммед Махан, согласен.

Официальный оппонент,

главный научный сотрудник кафедры «Обработка металлов давлением» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», доктор технических наук (специальность 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (профессор)

25.04.2024

Белов Николай Александрович

Электронная почта: belov.na@misis.ru, nikolay-belov@yandex.ru

Телефон: Факс: +7 499 236-21-05 Телефон: +7 910 4765857,

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1

Подпись Белова Н.А. заверяю:

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ

Проректор по безопасности

и общим вопросам

НИТУ МИСИС

И.М. Исаев

