



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

Денис Сергеевич Гуц

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
http://www.sfu-kras.ru, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001



Handwritten signature

2024 г.

№ _____
от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Махан Хамид Мохаммед Махан

«Исследование структуры и свойств алюмоматричных композитов,
армированных частицами TiO₂», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17.

Материаловедение

Актуальность для науки и практики

Алюминиевые сплавы являются наиболее востребованными конструкционными материалами среди цветных металлов с универсальным комплексом механических и эксплуатационных характеристик, при этом традиционные сплавы в некоторых случаях не могут удовлетворить запросы современной промышленности, что обуславливает необходимость разработки новых материалов с заданными функциональными свойствами. Перспективным является применение новых композиционных материалов, упрочненных тугоплавкими наноразмерными частицами. С точки зрения высокой производительности и экономической эффективности изготовления металломатричных композитов на основе алюминия наибольший интерес представляют литейные технологии. При этом объемы промышленного использования таких композитов крайне ограничены. В первую очередь это связано с отсутствием целостной научной концепции формирования литых

Handwritten signature and date: 04.06.2024

ФГБОУ ВО "СамГТУ"
"04" 06. 2024г
Вход. № 8/н

металломатричных композитов на основе алюминия с заданными физико-механическими характеристиками, объединяющей выбор наночастиц и лигатур на их основе, способы получения наноразмерных тугоплавких частиц, формы введения их в расплав и управление процессом распределения. В этой связи актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

При выполнении диссертационного исследования соискателем были использованы способы литья с перемешиванием для изготовления металломатричных композитов с добавками наночастиц TiO_2 и изучены условия формирования структуры и свойств получаемых материалов на основе алюминия.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе по результатам исследования структуры и свойств алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO_2 , обеспечивают физико-химическую и технологическую основу для разработки новых режимов получения алюминиевых сплавов с повышенными механическими свойствами и их внедрения в циклы металлургических предприятий.

Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что соискателем разработана экспериментально-обоснованная концепция формирования литых композиционных материалов на основе алюминиевых сплавов с заданными функциональными свойствами за счет добавок наночастиц TiO_2 , а также показана эффективность процесса получения слитков алюмокомпозитов с интегрированными наночастицами, полученных методом литья с перемешиванием. Автором впервые показано улучшение усталостных свойств и износостойкости при сочетании термической обработки и добавлении наночастиц TiO_2 за счет уменьшения степени повреждения, вызванного износом, и минимизации потерь материала. В работе выявлена оптимальная концентрация наночастиц - 5 масс. % TiO_2 , при

которой композит показал повышенную усталостную долговечность и износостойкость.

В работе впервые установлена эффективность процесса литья с перемешиванием для получения композитов AA2024/TiO₂. Наночастицы равномерно диспергированы в матрице сплава, обеспечивая хорошую межфазную связь и улучшая механические и служебные свойства материала.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Махан Хамид Мохаммед Махан, подтверждаются использованием апробированных экспериментальных методик и применением современного сертифицированного оборудования. Выносимые на защиту научные положения, основные выводы и заключения являются обоснованными и достоверными и не противоречат современным положениям материаловедения.

Значимость результатов диссертации для науки и практики заключается в том, что полученные автором диссертации экспериментальные данные развивают научные представления о процессах получения, структуре и свойствах литых металломатричных композиционных материалов на основе алюминиевых сплавов AA 2024 с добавками тугоплавких неметаллических наночастиц. В диссертации определена взаимосвязь между концентрацией неметаллических наночастиц в структуре и физико-механическими свойствами алюминиевых сплавов. Сочетание термической обработки и добавления наночастиц TiO₂ улучшило износостойкость сплава за счет уменьшения степени повреждения поверхности трения и минимизации скорости потерь материала при трении. Износостойкость сплава AA2024 с 5 масс. % TiO₂ оказалась выше, чем у других образцов, и значение износостойкости нанокompозитов было на 20% выше, чем у образцов до термической обработки.

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».

Диссертация содержит новые решения и результаты, представляющие научный и практический интерес. Автореферат соответствует тексту диссертации. Научные положения и выводы соответствуют содержанию диссертационной работы. В целом, работа представляет логически выстроенный комплекс исследований, хорошо оформлена, написана ясным научным языком и соответствует паспорту специальности 2.6.17 **Материаловедение**.

По теме диссертационного исследования Махан Хамид Мохаммед Махан опубликовано 11 публикациях, включая печатные работы в сборниках трудов конференций и семинаров. Из них 2 статьи опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 5 статей опубликованы в изданиях, входящих в библиографические базы Scopus и Web of Science.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть полезны для предприятий цветной металлургии, занимающихся производством изделий из алюминиевых сплавов ответственного назначения, а также для образовательной деятельности университетов, имеющих в своих учебных планах курсы по **Материаловедению**.

Считаем целесообразным продолжить работу разработке новых составов алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO_2 . Это позволит расширить диапазон внедрения изделий, которые могут быть получены из данных материалов, а также более глубоко выявить комплекс механических и физических свойств алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO_2 .

Общие замечания

1. В разделе 3.4 и 4.3 диссертационной работы приведены результаты испытаний на усталость композитов на основе алюминиевого сплава АА2024 с добавкой наночастиц TiO_2 . Чем обусловлена тенденция увеличения сопротивляемости усталостному нагружению сплавов алюминия с добавкой наночастиц оксида титана с 5 масс. % TiO_2 и уменьшения сопротивляемости знакопеременным нагрузкам в области малоциклового усталости с 7,5 масс. % TiO_2 ?

2. В диссертационной работе отсутствуют сведения о влиянии добавок неметаллических наночастиц на значения модулей упругости получаемых материалов.

3. Какова структура поверхности разрушения алюминиевого сплава АА2024 с добавкой наночастиц TiO_2 после термической обработки?

4. Как дисперсия наночастиц в матрице влияет на механическую производительность материала?

5. Следует прокомментировать появление на фотографии микроструктуры (рис. 3.2.г диссертации) появления фазы Al_3MgCu .

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для понимания закономерностей формирования структуры и повышенных свойств алюмоматричных композитов, армированных частицами TiO_2 , что является важными для развития материаловедения. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Работа отвечает требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. и предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор **Махан Хамид Мохаммед Махан** заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на расширенном семинаре кафедры "Металловедение и термическая обработка металлов им. В.С. Биронта" 13 мая 2024 г., протокол № 7.

Председатель семинара, заведующий кафедрой
«Металловедение и термическая обработка
металлов имени В.С. Биронта», доктор
химических наук по специальности 02.00.04 –
Физическая химия, доцент

В.П. Жереб

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»
(СФУ)

Адрес: Российская федерация, 660025, г. Красноярск, пр. им. газеты
«Красноярский рабочий», 95, ауд. 380 л. к., Институт цветных металлов,
кафедра «Металловедение и термическая обработка металлов имени В.С.
Биронта»

Заведующий кафедрой «Металловедение и термическая обработка
металлов имени В.С. Биронта» Жереб Владимир Павлович

телефон: +7 (391) 206-36-75, моб. тел. +7 904 896 1890

факс: +7 (391) 206-36-75, e-mail: VZhereb@sfu-kras.ru,

веб-сайт: <http://icmim.sfu-kras.ru/mitom>