

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махан Хамид Мохаммед Махан:  
«Исследование структуры и свойств алюмоматричных композитов,  
армированных частицами  $TiO_2$ », представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение»

В последние десятилетия особое значение приобретают исследования по разработке композиционных материалов, которые зачастую обладают уникальными физико-механическими свойствами, что позволяет использовать изделия на их основе для работы в экстремальных условиях. Важнейшей целью является создание легких металлических композиционных материалов, отличающихся высокой прочностью и жесткостью. Наиболее широко распространенными являются сплавы на основе алюминия, которые в связи с возрастающими эксплуатационными требованиями должны обладать большей удельной прочностью, износостойкостью и твердостью. Проведение комплекса научно-исследовательских работ по изучению свойств сплавов системы AA2024 при их использовании в качестве матричных при создании композиционных материалов вследствие их совместного и раздельного легирования эвтектикообразующими элементами группы Al, Cu, Mg, а также Fe и Si, и армирования наноразмерными частицами  $TiO_2$ , является **актуальной** научной задачей.

**Научная новизна.** Выявлено влияние армирующих материалов (наночастиц) на процесс кристаллизации расплава и зеренную структуру литых слитков из многокомпонентных алюминиевых сплавов. Установлено, что армирующие керамические наночастицы находятся как внутри зерна, так и по границам зерен алюмокомпозитов системы AA2024/ $TiO_2$ . Установлена эффективность процесса литья с перемешиванием для получения композитов AA2024/ $TiO_2$ . 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. Выявлена оптимальная концентрация наночастиц 5 масс. %  $TiO_2$ , при которой композит показал повышенную усталостную долговечность и износостойкость. Показана целесообразность введения армирующих наноразмерных керамических частиц диоксида титана  $TiO_2$  в количестве 5 масс.%, их введение увеличивает прочность алюминиевых композитов на 30-50 %, а также повышает другие механические свойства с хорошим высокодисперсным распределением частиц в конечной структуре алюминиевых композитов. Наночастицы  $TiO_2$  могут служить препятствием для распространения трещин, что в итоге повышает механические свойства композитов.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость заключается в оптимизации свойств алюминиевых композитов AA2024/ $TiO_2$ , что позволяет создавать материалы с повышенной прочностью, легкостью и другими характеристиками. 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

Сотзвотом от Махаммед от 05.2024

Hamid

«Академика» С.П. Королева  
"03" 05.2024  
Byon. № 014



«Материаловедение и технологии материалов», режимы получения алюмоматричных композитов и их состав рекомендованы к практическому внедрению ООО «Вест 2002».

Результаты диссертации опубликованы в 11 работах, из них 5 статей в журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science, 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Основные результаты диссертационной работы докладывались соискателем и обсуждались на научно-технических конференциях различного уровня.

По автореферату можно сделать следующее замечание:

1. В научной новизне (пункт 6) указано, что введение 5 масс.%  $TiO_2$  увеличивает прочность алюминиевых композитов на 30-50 %, а также повышает другие механические свойства. Желательно было указать, о каких механических свойствах идет речь.

2. Чем обусловлен был выбор для исследований алюминиевого сплава АА2024?

Указанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований.

В целом диссертационная работа **Махан Хамид Мохаммед Махан** на тему: «**Исследование структуры и свойств алюмоматричных композитов, армированных частицами  $TiO_2$** » соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям по п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. **Материаловедение.**

Доктор технических наук  
по специальности 05.16.09 – **Материаловедение**  
(строительство), доцент, профессор кафедры  
теоретической и прикладной химии

Володченко  
Анатолий Николаевич

Тел.: 8(4722)55-16-62, e-mail: volodchenko@intbel.by

25 апреля 2024 г.

308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

*Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Махан Хамид Мохаммед Махан.*

Подпись заверяю,  
первый проректор **д-р техн. наук**,  
профессор



Е.И. Евтушенко