

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рыбакова Антона Дмитриевича на тему:  
«Применение различных форм углерода для СВС высокодисперсного карбида титана в расплаве при получении алюмоматричных композиционных материалов»,  
представленной на

соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

### 2.6.17. Материаловедение

Повышение требований к уровню эксплуатационной надежности деталей авиации и автомобилей обуславливает необходимость разработки новых материалов с повышенными характеристиками удельной прочности, износо- и коррозионной стойкости для работы в различных температурных условиях. Перспективны в этом плане алюмоматричные композиционные материалы, упрочненные частицами карбидов, оксидов, нитридов и др. Одним из наиболее эффективных упрочнителей алюмоматричных композитов является карбид титана, что связано с подобием кристаллографических решеток  $\alpha$ -Al и карбида титана, а также его высокой прочностью и твердостью. Целесообразно использовать частицы карбида титана нанометрового диапазона размеров, что обеспечивает усиление упрочняющего эффекта, способствует увеличению показателей трещиностойкости, твердости и прочности при повышенных температурах. Указанные обстоятельства обуславливают актуальность диссертационной работы Рыбакова А. Д., посвященной повышению свойств дисперсно-армированных алюмоматричных композиционных материалов Al-10мас.%TiC и Al-5мас.%Cu-10мас.%TiC на базе новых научных знаний об особенностях влияния различных форм углерода на процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) высокодисперсных частиц карбида титана в расплаве алюминия и его сплавах.

Среди наиболее значимых научных достижений автора следует назвать, прежде всего, выявление и обоснование механизма влияния различных форм углерода на СВС высокодисперсного карбида титана в расплаве при получении дисперсно-армированных литых алюмоматричных композиционных материалов.

На основании термодинамических расчетов установлена возможность синтеза карбида титана по реакции  $Ti + C = TiC$  с применением следующих форм углерода: графит, алмаз, технический углерод, фуллерены  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ , углеродные нанотрубки при начальной температуре алюминиевого расплава выше  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Показано, что при меньших начальных температурах синтезируются нежелательные побочные фазы  $Al_4C_3$  и  $Al_3Ti$ , количество которых убывает при увеличении начальной температуры.

Проведенные эксперименты позволили установить, что графит, фуллерены углеродные нанотрубки проявляют более высокую химическую активность и позволяют синтезировать TiC в полном объеме без примесей побочных фаз  $Al_4C_3$  и  $Al_3Ti$  при меньших начальных температурах расплава, чем в случае применения технического углерода и алмаза. Установлено, что при реализации процесса СВС в расплаве чистого алюминия расплав играет роль разбавителя, что способствует уменьшению размера частиц синтезируемого карбида титана и повышению механических свойств получаемых композитов с алюминиевой матрицей.

Положительной оценки заслуживает также практическая часть работы, связанная с разработкой технологии изготовления литых алюмоматричных композиционных материалов Al-10%TiC и Al-5%Cu-10%TiC с применением процесса СВС и использованием таких форм углерода как активированный уголь, коллоидный графит и углеродные нанотрубки в качестве источника углерода в шихте Ti+C с обеспечением инициирования реакции СВС в алюминиевом расплаве и дисперсного армирования целевой фазой TiC. Определены углеродные формы, позволившие оптимизировать структуру и свойства литых композитов на основе алюминия.

Представленные результаты достоверны, поскольку теоретические исследования выполнялись с использованием базовых положений и фундаментальных основ современ-

ного материаловедения, а экспериментальные – с применением стандартных и оригинальных методик, современной технологической и аналитической аппаратуры.

Замечания:

1. На с. 8 при описании характеристик исходных материалов не приводится обоснование выбора различных форм углерода в качестве исходного материала.

2. На с. 11 автор ссылается на результаты микроструктурного и рентгенофазового анализа, однако сами результаты не приводятся.

Указанные замечания не затрагивают основных положений рецензируемой работы и не сказываются на её общей положительной оценке. Диссертация Рыбакова А. Д. является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по повышению эксплуатационной надежности деталей конструкционного назначения на основе алюмоматричных композитов за счет введения нанодисперсных добавок карбида титана, имеющие существенное значение для развития машиностроения.

Считаю, что представленная работа актуальна, содержит научную новизну, практическую ценность и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Рыбаков Антон Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук,  
профессор, профессор кафедры  
«Технология машиностроения, технологические машины и оборудование»

Дорофеев Владимир Юрьевич

ФГБОУ ВО «Южно-Российский  
университет (НПИ) имени М.  
346428, Ростовская область, г.  
Тел. +7 (8635) 255 486. E-mail:  
Я, Дорофеев Владимир Юрьевич,  
дальнейшую обработку моих г  
диссертации Рыбакова А. Д.

енный политехнический  
, ул. Просвещения, д.132;  
ail.ru.  
и включение в аттестационное дело и  
анных, необходимых для процедуры защиты

Дорофеев Владимир Юрьевич

Подпись д. т. н., проф. Дорофеева Владимира Юрьевича заверяю:

Учёный секретарь  
ученого совета  
ЮРГПУ (НПИ)



Холодкова Нина Николаевна