

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кветинской Алеси Владимировны  
«Механические свойства материалов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных  
наноразмерными частицами  $Al_2O_3$ », представленной на соискание  
учёной степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела

В настоящее время уровень требований к материалам в аэрокосмической и автомобильной промышленности повышается, поскольку традиционно используемые алюминиевые сплавы, в которых упрочняющие частицы выделяются в процессе старения, являются менее прочными, пластичными и трещиностойкими. Процесс старения, как правило, сопровождается выделением частиц других фаз, размеры которых могут сильно отличаться друг от друга. Это может приводить к торможению большого количества скользящих дислокаций на крупных частицах и суперлокализации с последующим достаточно ранним разрушением. В связи с этим разработка новых лёгких кристаллических сплавов, усиление их прочностных свойств введением высокопрочных тугоплавких частиц, в том числе наноразмерных, в настоящее время представляется исключительно актуальным.

Конечно, металломатричные композиты широко используются на протяжении многих лет. И способы их приготовления, их механические свойства, а также влияние объёмной доли упрочняющих частиц на эти свойства давно изучаются. Новизна настоящей работы заключается в том, что здесь в рамках одного рассмотрения объединяются 4 процесса. Первое. Методом ударно-волнового компактирования порошковой смеси синтезируются материалы Al–10 масс. %  $Al_2O_3$ . Второе. С использованием этих материалов при ультразвуковой обработке расплава экспериментально в рамках данного исследования создаются образцы сплавов алюминия с содержанием наноразмерных частиц  $Al_2O_3$  до 1 масс. %. Третье. Исследуются структура алломатричных материалов Al–10 масс. %  $Al_2O_3$  и их механические свойства при статическом нагружении сжатием и растяжением. И четвёртое. При исследовании перечисленных свойств используются методы не только статического нагружения, но и динамические испытания.

Научная новизна данного исследования выразилась также в серьёзном анализе результатов вышеперечисленных испытаний. Выявлено влияние присутствия наноразмерных частиц оксида алюминия в структуре алюминия. Показано, что прочностные свойства при одноосном растяжении значительно увеличиваются в присутствии наночастиц.

Исследования в режиме динамических нагрузок впервые указывают на увеличение динамического предела упругости при добавлении в алюминий 10 масс. % наноразмерных частиц  $Al_2O_3$ . Однако появляющаяся при этом остаточная пористость заметно уменьшает сопротивление разрушению. Конечно, тот результат, что введение наноразмерных частиц в расплав алюминия повышает предел ползучести, особо не отличается от введения наноразмерных частиц другими способами. И в том, и в другом случаях предел текучести увеличивается. В каком случае больше или меньше, этот вопрос в рамках одной объёмной доли пока экспериментально не исследован. А вот что касается усиления предела прочности и пластичности, здесь однозначно получены характеристики повышения этих свойств.

Теоретическая и практическая значимость настоящей работы определяется тем, что доказана эффективность введения наноразмерных частиц оксида алюминия в расплав алюминия с использованием ультразвуковой обработки расплава и порошковых композиционных материалов  $Al_2O_3$ . В работе доказано, что это способствует созданию структуры, которая обеспечивает повышение прочностных свойств в изготавливаемых образцах. Сочетание

высокой прочности и пластичности алюмоматричных дисперсно-упрочнённых сплавов могут создать основу для создания новых конструкций и изделий для практического использования в промышленности.

Также настоящее исследование может лечь в основу развития математического моделирования физических процессов, происходящих в деформируемом дисперсно-упрочнённом кристаллическом материале, а также даёт возможность для сравнения эксперимента и теории.

Достоверность полученных результатов, на наш взгляд, обеспечена использованием современных экспериментальных методов, сертифицированных приборов и современной научной аппаратуры в соответствии с требованиями ГОСТ и международных стандартов.

Положения, выносимые на защиту, изложены в чёткой и понятной форме и соответствуют квалификационным требованиям.

В целом диссертационная работа Кветинской А. В. «Механические свойства материалов на основе алюминия, дисперсно-упрочнённых наноразмерными частицами  $Al_2O_3$ » по актуальности исследования, научной новизне, практической значимости соответствует требованиям п.9 действующего Положения о присуждении учёных степеней, а её автор, Кветинская Алеся Владимировна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Рецензенты Ковалевская Т. А. и Данейко О. И. согласны на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Кветинской Алеся Владимировны, и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры физики,  
химии и теоретической механики  
ТГАСУ, д-р физ.-мат. наук (01.04.07), профессор

Ковалевская  
Татьяна  
Андреевна

Доцент кафедры физики,  
химии и теоретической механики  
ТГАСУ, канд. физ.-мат. наук (01.04.07), доцент

Данейко Ольга  
Ивановна

Подписи Т.А. Ковалевской и О.И. Данейко заверяю.  
Учёный секретарь ТГАСУ

Ю.А. Какушкин

03.02.2020 года

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет».

634003, Томская область, г. Томск, пл. Соляная, д. 2; +7 (3822) 65-32-61;

rector@tsuab.ru; <https://www.tsuab.ru/>

