

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хрусталёва Антона Павловича
«Исследование физико-механических свойств дисперсно-упрочнённых
композитов на основе алюминия и магния», представленной
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела

В настоящее время существует задача повышения удельной прочности лёгких сплавов, в том числе на основе алюминия и магния. Дисперсное упрочнение наночастицами является перспективным направлением при повышении механических свойств лёгких сплавов. На сегодняшний день существуют работы, показывающие значительное увеличение механических свойств лёгких сплавов при введении малого количества наночастиц, но нет полного понимания о механизмах влияния частиц на механическое поведение таких материалов. Диссертационная работа А. П. Хрусталёва посвящена исследованию влияния малого количества добавок наночастиц на структуру и физико-механические свойства литых сплавов на основе алюминия и магния.

Для описания процесса ударно-волнового компактирования порошковых смесей с наночастицами автором была предложена математическая модель, которая позволяет оценивать пороговые значения давлений для получения прочного и плотного компакта и тем самым позволяет рассчитывать параметры синтеза материала.

Для решения проблемы агломерации наночастиц в работе был предложен оригинальный метод перемешивания, параметры которого были получены экспериментальным путём. Для полученной смеси магний-нитрид алюминия осуществлён процесс компактирования в ударной волне. Исследования полученного композита показали, что после синтеза магний и нитрид алюминия сохраняют своё кристаллическое строение, а механические свойства увеличиваются по сравнению с чистым магнием без частиц в литом и компактированном состоянии. Также получено хорошее распределение частиц в магниевой матрице, что говорит о высокой эффективности применяемых методов деагломерации нанопорошков.

Введение наночастиц в металлический расплав позволило использовать их в качестве центров кристаллизации, за счёт чего удалось достичь значительного измельчения зерна алюминиевых и магниевых сплавов. При этом как показано в работе измельчение зерна не играет решающую роль в формировании механических свойств сплавов. В основном увеличение механических свойств удаётся за счёт дисперсного упрочнения металлической матрицы. Было показано, что использование наночастиц фторида скандия в литейный алюминиевый сплав АК7 позволяет за счёт разницы в коэффициентах теплового расширения частиц и матрицы, существенно увеличить не только упругие и прочностные свойства, но и пластичность. Наночастицы нитрида алюминия также позволяют увеличивать предел текучести, предел прочности и пластичность литейных магниевых сплавов МЛ5 и МЛ12.

Динамическое нагружение дисперсно-упрочнённого сплава МЛ5 наночастицами нитрида алюминия показывает существенное повышение динамического предела текучести и откольной прочности сплава МЛ5.

Научная квалификация соискателя подтверждается опубликованными работами, в том числе в журналах из перечня ВАК, высокорейтинговых журналах входящих в первый квартиль и патентами Российской Федерации.

Стоит отметить в качестве **замечания**, что в приведённом описании математической модели процесса ударно-волнового компактирования (страницы 9-11) приведён расчёт для алюминиевого сплава с свинцом, оловом и медью, но в дальнейших экспериментах данный сплав не использовался. Также вызывает сомнение значение твёрдости алмаза (страница 10), которое в четыре раза меньше, чем для алюминия. Возможно это является результатом опечатки. Кроме этого в выводе после описания четвёртой главы написано «Установлено, что для алмаза четвёртый предел...». Значения данных пределов по всей видимости указаны в тексте диссертации, но не описаны в автореферате.

Описанные замечания не являются критичными и позволяют дать высокую оценку диссертационного исследования.

После ознакомления с авторефератом диссертации можно сделать вывод о том, что работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор Хрусталёв Антон Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 — «Механика деформируемого твердого тела».

Рецензент согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и дальнейшую их обработку.

Проректор по научно-инновационной деятельности
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет», д.т.н., доцент



Бажин Владимир Юрьевич

199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2.

Телефон: (812) 328-82-12

e-mail: Vazhin_VYu@pers.spmi.ru

rectorat@spmi.ru, <https://www.spmi.ru/>



Подпись В.Ю. Башина
Заведующий:
Заведующий отдела
технологического производства Е.Р. Яновицкая
2019 г.