

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юрченко Никиты Юрьевича «Разработка и исследование высокоэнтропийных сплавов с высокой удельной прочностью на основе системы Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы) представляют собой относительно новый класс многокомпонентных металлических сплавов, в которых легирующие элементы находятся в приблизительно равных атомных концентрациях. Данные сплавы, несмотря на сложный химический состав, зачастую имеют структуру, похожую на таковую для обычных сплавов, и демонстрируют ряд привлекательных свойств. В частности, одним из таких свойств является высокая прочность при повышенных температурах. Однако эти данные были получены для ВЭСов, состоящих из исключительно тугоплавких элементов, и, соответственно, имеющих большую плотность, не позволяющую их рассматривать в качестве конструкционных материалов. Настоящая работа направлена на решение данной проблемы, таким образом, что диссертант Юрченко Н.Ю. исследует возможность разработки новых легких ВЭСов, базирующихся на системе Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr, способных превзойти по прочности известные промышленные высокотемпературные сплавы. Постановка такого исследования является, несомненно, актуальным и представляет цель настоящей диссертации.

Автором решен ряд важных металлургических задач:

- 1) расчетными методами, включая термодинамическое моделирование, выявлена композиция  $AlNbTiV$  с однофазной структурой и пониженной плотностью, выступившая в качестве основы для последующего модифицирования Cr или Zr;
- 2) выполнено систематическое исследование влияния химического состава на структуру и механические свойства сплавов  $AlCr_xNbTiV$  и  $AlNbTiVZr_x$ ;
- 3) исследована стабильность свойств и структуры сплавов  $AlCr_xNbTiV$  и  $AlNbTiVZr_x$  в условиях, близких к эксплуатационным;
- 4) проведен тщательный сравнительный анализ удельных прочностных характеристик исследуемых сплавов с известными промышленными сплавами;
- 5) на основе полученных данных разработан сплав  $AlNbTiVZr_{0,25}$ , для которого исследованы жаропрочность и жаростойкость.

Автореферат дает хорошее представление о проделанной работе. По теме диссертации опубликовано 8 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, которые полностью отражают ее содержание, а также получен патент РФ на изобретение.

По работе имеются несколько вопросов и замечаний:

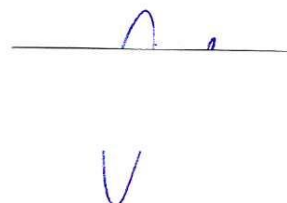
1. Соискатель достаточно подробно описывает изменения механических свойств сплавов в интервале температур 22-800°C, но лишь кратко упоминает о том, что при достижении температуры в 1000°C прочность катастрофически падает. С чем связано резкое разупрочнение, наблюдаемое в исследованных материалах в интервале температур 800-1000°C?
2. Диссертант говорит о том, что введение в состав материалов исследования Cr или Zr повышает их прочность за счет твердорастворного упрочнения, а также образования вторых фаз. В связи с этим возникает вопрос, как оценивались вклады от

твердорастворного упрочнения и упрочнения, вызванного вторыми фазами в таких многокомпонентных сплавах?

Замечания не снижают общей высокой ценности полученных результатов. Считаю, что диссертационная работа Юрченко Н.Ю. «Разработка и исследование высокоэнтропийных сплавов с высокой удельной прочностью на основе системы Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr» выполнена на высоком научном уровне. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заслуженный деятель науки РФ и РБ,  
директор научно-исследовательского института физики  
перспективных материалов, заведующий кафедрой  
металловедения и физики металлов  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет»,  
профессор, доктор физико-математических наук  
Специальность: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

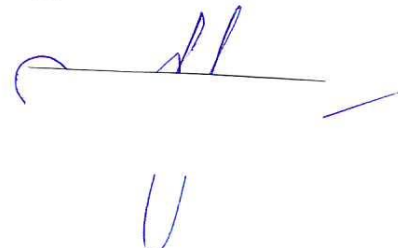
Валиев Руслан Зуфарович



450008, Республика Башкортостан, г. Уфа,  
ул. К. Маркса, д. 12, корпус 3, ауд. 113.  
+ 7 (347) 273-34-22  
[ruslan.valiev@ugatu.su](mailto:ruslan.valiev@ugatu.su)

Старший научный сотрудник  
научно-исследовательского института физики  
перспективных материалов ФГБОУ ВО  
«Уфимский государственный  
авиационный технический университет»,  
кандидат технических наук  
Специальность: 05.02.01 – Металловедение  
(машиностроение)

Мурашкин Максим Юрьевич



450008, Республика Башкортостан, г. Уфа,  
ул. К. Маркса, д. 12, корпус 3, ауд. 111.  
+ 7 (347) 273-44-49  
[m.murashkin.70@gmail.com](mailto:m.murashkin.70@gmail.com)



*Валиев Р.З., Мурашкин М.Ю.*  
03 20 19 г.  
ионного обеспечения  
*Валиев Р.З.*