

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бутрима Виктора Николаевича на тему: «Развитие научных основ технологии производства и модернизации хромоникелевых сплавов для серийных и перспективных изделий космической техники», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Выбранная в представленной работе тема исследований является важной и актуальной для создания жаростойких и жаропрочных сплавов на основе хрома и их практического применения в теплонагруженных конструкциях ракетных и авиационных двигателей, а также в энергодвигательных установках.

Особую практическую важность для современных технологий жаростойких и жаропрочных сплавов на основе хрома является экспериментально установленный в работе «уточненный» химический и фазовый состав сплава Х65НВФТ, оптимизированный по своей структуре, и технология получения изделий из него.

Работа обладает научной новизной. Впервые предложена и реализована схема термической постобработки с одновременным применением механической деформации выплавленного слитка Х65НВФТ в изолирующей от внешней атмосферы специальной капсуле из конструкционной стали, позволившей сформировать на поверхности обрабатываемого слитка плакирующий слой толщиной менее 1 мм, предотвращающий поверхностное окисление и образование поверхностных дефектов.

В работе впервые выведена теоретическая зависимость пиковых и установившихся напряжений деформирования и параметра Зинера-Холломоны от температуры и скорости деформации.

Также в работе на основе расчетов из первых принципов теории функционала электронной плотности параметров энергии когезии и когезивной прочности границ зерен в ОЦК-решетке хрома при легировании сплава на основе хрома элементами переходных и тугоплавких металлов 4d и 5d групп таблицы Д.И. Менделеева определены оптимальные химические составы перспективного тройного сплава хром-тантал-вольфрам.

Экспериментально показано, что такой сплав имеет существенно большую жаропрочность по сравнению с хромоникелевыми сплавами и является жаростойким вплоть до температуры 1500 °С.

Достоверность полученных результатов подтверждена большим объемом экспериментальных исследований и результатами их практического использования.

Результаты работы имеют важное практическое значение. На основе полученных результатов в ОАО «Композит» под руководством автора организовано малотоннажное производство прутков из сплава Х65НВФТ и импортозамещающее малотоннажное производство бесшовных капиллярных трубок малого диаметра из высокохромистого никелевого сплава ХН50ВМТЮБ, обеспечившее регулярные поставки продукции в соответствии с государственной программой создания и производства термokatалитических ракетных двигателей.

В качестве замечаний к материалам, представленных в автореферате, можно отметить следующее:

1) В тексте автореферата не отражены возможности применения рассмотренных хромоникелевых сплавов в различных изделиях ракетно-космической техники, а также в смежных отраслях.

2) В тексте автореферата имеются небольшие поправки. Так, в пункте 3 в разделе практической значимости работы не указана используемая единица измерения для величины  $R_a$ .

Отмеченные недостатки не ставят под сомнение полученные автором результаты и общую положительную оценку работы. Судя по автореферату, диссертация Бутрима Виктора Николаевича является завершённой научно-технической работой, в которой решена важная научно-техническая проблема в области металловедения и термической обработки жаростойких и жаропрочных сплавов на основе хрома. Решение данной проблемы обеспечило выполнение государственной программы производства термokatалитических двигателей для отечественных космических аппаратов. В диссертации также сформулированы новые научные подходы к созданию трёхкомпонентных сплавов на основе хрома, тантала и вольфрама, обладающих жаростойкостью вплоть до 1500 °С, которые открывают путь к

созданию перспективных высокоэффективных авиационных и ракетных двигателей.

Таким образом, диссертация Бутрима Виктора Николаевича «Развитие научных основ технологии производства и модернизации хромоникелевых сплавов для серийных и перспективных изделий космической техники» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (п.9), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Заместитель генерального директора по космическим аппаратам и энергетике — начальник отделения 3  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»,  
доктор технических наук

А.В. Семёнкин

Адрес: Онежская ул., д. 8, Москва, Россия, 125438  
Тел.: (495) 456-20-63

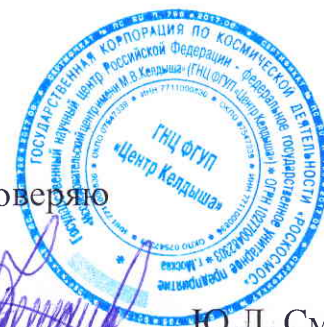
Начальник отдела нанотехнологий  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»,  
кандидат физико-математических наук

Р.Н. Ризаханов

Адрес: Онежская ул., д. 8, Москва, Россия, 125438  
Тел.: (495) 456-80-83

Подписи Семёнкина А.В. и Ризаханова Р.Н. удостоверяю

Ученый секретарь ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»,  
кандидат военных наук



Ю.Л. Смирнов