

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ВНИИМ
имени А.А.Бочвара

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА А.А. БОЧВАРА» (АО «ВНИИМ»)

123060, Москва, а/я 369, АО «ВНИИМ»; Телефон: 8 (499) 190-89-99. Факс: 8 (499) 196-41-68. <http://www.bochvar.ru>.
E-mail: post@bochvar.ru ОКПО 07625329, ОГРН 5087746697198, ИНН/КПП 7734598490/773401001

11.10.2018 № 42/345
На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 002.060.01
д-ру техн. наук, профессору
В.М. Блинову
119334, г. Москва, Ленинский проспект,
д.49, БКЗ

ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа Бутрима Виктора Николаевича посвящена актуальному вопросу разработки материалов для длительной эксплуатации в условиях воздействия температур свыше 1250 °С, продуктов разложения топлива (азот, кислород) и факторов космического пространства (вакуум), необходимых для создания нового поколения ракетных двигателей и энергетических двигательных установок космических аппаратов.

Несомненная заслуга автора в том, что, используя научно-обоснованные материаловедческие решения, выбрана система легирования сплавов, создана комплексная технология производства полуфабрикатов из хромоникелевых сплавов, организовано малотоннажное производство металлопродукции для ответственных деталей двигателей серийных космических аппаратов, развиты научные основы разработки новых сплавов на основе хрома с улучшенными характеристиками для перспективных изделий космической техники.

Научная новизна работы заключается в научном обосновании и разработке новых способов выплавки слитков из хромоникелевого сплава, их горячей деформации и термической обработки. Это позволило разработать комплексную технологию изготовления прессованных прутков с высокой однородностью химического состава и структуры сплава, минимальным содержанием в металле газовых примесей, количеством и размером неметаллических включений. В результате реализовано изготовление деталей с требуемой точностью геометрических параметров и шероховатости поверхности. В конечном итоге, указанные достижения обеспечили надежную работоспособность термokatалитических двигателей (ТКД) в течение более 7 лет эксплуатации в условиях космического пространства. Кроме того, автором

выявлены особенности изменения химического, фазового состава и структуры хромоникелевого сплава в условиях, имитирующих работу ТКД в космическом пространстве, и дано научное объяснение высокой стойкости сплава к эрозионному износу в процессе эксплуатации. Предложены теоретически обоснованные подходы создания нового сплава: увеличение прочностных свойств сплава за счет увеличения содержания вольфрама до (5-10 мас.%) в твердом растворе хрома, повышение жаропрочности за счет увеличения температуры плавления и упрочнения сплава дисперсной фазой Cr_2Ta при замене никеля на тантал, улучшение пластических характеристик сплава за счет малого легирования гафнием и цирконием.

Практическая ценность работы заключается в создании комплексной технологии изготовления полуфабрикатов из хромоникелевых сплавов, включающей вакуумно-индукционную выплавку слитка, рафинирующий электрошлаковый переплав, горячее прессование в капсуле, механическую и термическую обработку, с освоением этой технологии в металлургическом производстве ОАО «Композит». Малотоннажное производство, организованное в рамках настоящей работы, обеспечило выполнение государственного заказа комплектации ТКД космических аппаратов системы «ГЛОНАСС», геостационарных телекоммуникационных спутников «Экспресс», «Луч», «Sesat», спутников гидрометеорологического обеспечения «Электро» и др. Развитые в работе технологические принципы и подходы реализованы при разработке технологии и организации малотоннажного производства трубных заготовок для изготовления бесшовных капиллярных трубок малого диаметра ($\varnothing_{вн}=0,18-0,975\text{мм}$) из высокохромистого никелевого сплава ХН50ВМТЮБ для трубопроводов подачи топлива ТКД, труб $\varnothing 16 \times 2\text{мм}$, $\varnothing 38 \times 3\text{мм}$ из сплава ХН43БМТЮ и $\varnothing 80 \times 5\text{мм}$ из жаропрочного сплава ХН77ТЮР для трубопроводов горячего тракта ракетных двигателей РД171 и РД191.

Вместе с тем, по представленной работе можно сделать следующие замечания:

- в качестве объекта исследования автором выбран хромоникелевый сплав с содержанием 0,05-0,3 масс.%. Ti, при этом все исследования, описанные в главе 2, проводились на сплаве с содержанием Ti 0,35-0,5 масс.%. Этому не дано объяснения, при том, что модернизация сплава заключалась в сужении интервала легирования хромовой основы никелем с 30-35 масс.%. до 31-33 масс.%;

- при рассмотрении взаимодействия сплава с продуктами разложения топлива автором предложен механизм изменения структуры сплава при воздействии азота и не представлены данные по влиянию других компонентов – аммиака и водорода.

Несмотря на замечания, представленная работа Бутрима В.Н., заслуживает высокой оценки, обладает научной новизной и практической ценностью, и удовлетворяет критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Начальник отдела, д-р техн. наук,
старший научный сотрудник

Подпись Маркелова В.А. удостоверяю
Ученый секретарь, канд. экон. наук.



В.А. Маркелов

М.В. Поздеев