

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Бутрима Виктора Николаевича «Развитие научных основ технологии производства и модернизации хромоникелевых сплавов для серийных и перспективных изделий космической техники».

Работа посвящена актуальной проблеме развития космической отрасли, определяющей технологический потенциал страны. Создание нового поколения ракетных двигателей и, частности, термokatалитических двигателей (ТКД), обеспечивающих ориентацию и стабилизацию положения в пространстве космической техники, требует использования специальных материалов, обладающих уникальными свойствами. Уникальность таких материалов обусловлена тем, что они должны обладать одновременно и жаропрочностью и жаростойкостью. Жаропрочные сплавы на основе вольфрама, молибдена, никеля имеют высокую склонность к окислению при высоких температурах.

Это определило основной объект исследования – жаропрочный сплав на основе хрома – тугоплавкого металла с высоким сопротивлением газовой коррозии.

Особенностью работы является ее комплексность. Рассмотрены и изучены все технологические переделы производства изделий из хромоникелевого сплава (Cr – основа; Ni – (31-35), легированный, в относительно малых количествах, W и V).

Прежде всего, как достоинство, следует отметить модернизацию известного хромоникелевого сплава, за счет сужения пределов содержания никеля (защищено патентом). Это позволило получить сплав, в структуре которого отсутствует эвтектика, и повысить его пластичность. Это весьма важно, т.к. сплавы на основе хрома обладают достаточно низкой технологической пластичностью.

Изучены технологии производства отливок и разработана технология ОАО «Композит», включающая вакуумно-индукционную выплавку с

последующим рафинированием за счет электрошлакового переплава (глава 2). Разработанная технология защищена патентом.

Тщательно изучен с использованием методов математической статистики процесс деформирования сплава и, на этом основании, разработана технология его пластической деформации (глава 2). Установлены рациональные режимы обработки давлением – температура, скорость деформации, а также технология деформирования: два перехода с использованием защитной капсулы, обеспечивающей плакировку прутка и предотвращение образования трещин на его поверхности.

В работе впервые изучены превращения сплава при термической обработке, который до этого использовался только в состоянии поставки (глава 3). На этом основании разработаны режимы термической обработки, обеспечивающие улучшение обрабатываемости резанием (защищено патентом) и повышения жаростойкости (защищено патентом).

Показаны интересные результаты по исследованию характера разрушения сплава в зависимости от структуры, формируемой различной технологией термической обработки. В частности, выявлено деформационное старение при испытаниях на растяжение для сплавов с решеткой ОЦК.

Особо следует отметить исследование, посвященное влиянию структуры на склонность к окислению при высоких температурах. Экспериментально доказано различие в кинетике окисления исходно однофазной (закаленной) структуры и двухфазных структур, полученных в результате отжига или закалки с последующим старением.

Четвертая глава посвящена обработке резанием изучаемого сплава. Исследована интенсивность изнашивания различных инструментальных материалов при обработке труднообрабатываемого жаропрочного сплава на основе хрома. Установлены оптимальные материалы для твердосплавного инструмента при обработке с разными скоростями резания. Обоснован состав ренийсодержащего твердого сплава высокой теплостойкости. Использование

инструмента из этого сплава позволило повысить производительность обработки и улучшить (снизить) шероховатость обработанной поверхности.

Таким образом главы 2-4 посвящены модернизации состава хромоникелевого сплава ВХ4 и технологии производства изделий из этого сплава.

В пятой главе представлены результаты стендовых испытаний термически нагруженных элементов термokatалитического двигателя. Изделия, созданные на основании изучения структуры и свойств сплава и разработанной технологии их изготовления, показали возможность обеспечения стабильной работы в условиях высоких температур, активных сред.

В шестой главе представлены результаты внедрения полученных результатов – в ОАО «Композит»: осуществлена модернизация металлургического оборудования, освоено малотоннажное производство сплава Х65НВФТ.

Седьмая глава посвящена перспективе использования полученных результатов для совершенствования жаропрочных хромоникелевых сплавов.

При общей оценке работы следует отметить, что в результате ее выполнения решена важная научно-техническая проблема по созданию малотоннажного производства полуфабрикатов из хромоникелевых сплавов.

Для работы характерен комплексный подход, охватывающий все стадии от разработки состава сплав и технологии его производства (литье, пластическая деформация, термическая и механическая обработка) до натурных испытаний изделий и предложений на будущее по совершенствованию сплавов на основе хрома.

Научная новизна подтверждена 10 патентами.

Научно обоснованы:

- модернизированный состав жаропрочного сплава на основе хрома;
- закономерности горячего деформирования сплава;

- установлены зависимости изменения структуры, эксплуатационных и технологических свойств сплава в зависимости от технологии термической обработки;

- выявлены изменения структуры, химического состава в условиях эксплуатации нагруженных деталей термокаталитического двигателя;

- теоретически обоснован и разработан состав инструментального материала для обработки жаропрочных материалов – ренийсодержащий твердый сплав.

Содержание работы широко освещено в публикациях, она прошла широкую апробацию на всесоюзных и международных конференциях.

Замечание по работе. Твердосплавный инструмент без износостойких покрытий, испытанный в настоящем исследовании, предназначен для черновой обработки, характеризуемой значительными подачами и (или) глубинами резания. Однако, принятые режимы резания характерны для чистовой обработки.

Замечание никоим образом не снижает высокого качества и значимости работы.

Общий вывод: работа отвечает требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук согласно пунктам 9, 10 и 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор – Бутрим Виктор Николаевич заслуживает присуждения ему степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заведующий кафедрой «Композиционные материалы»

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», д.т.н., доцент



\_\_\_\_\_/Красновский А.Н./

05.09.2018г.

