

15 НОЯ 2018

№ 05-19/1 - 122

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Никитина Яниса Юрьевича «Влияние химических технологий удаления углеродсодержащих загрязнений на физико-механические свойства деталей из титанового сплава BT20», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

### Актуальность работы

На сегодняшний день титановые сплавы являются одним из наиболее динамично развивающихся конструкционных материалов. Благодаря высокому комплексу свойств в достаточно широком интервале температур и постоянному их совершенствованию титановые сплавы находят все новое применение в различных областях промышленности. Неуклонно растет и доля применения титановых сплавов в конструкции газотурбинных двигателей и установок. Благодаря высокой жаропрочности титановые сплава применяются для изготовления лопаток, дисков, корпусов и многих других деталей компрессора низкого и высоко давления. В настоящее время накоплен достаточно большой опыт применения псевдо альфа-титановых сплавов в конструкции газотурбинных двигателей, однако, на ряду с этим в

литературе достаточно плохо освещены вопросы влияния различного рода внешних факторов, возникающих при эксплуатации изделий, на свойства сплавов данного класса. Так практически не изучено поведение титановых сплавов в условиях образования на их поверхности эксплуатационных загрязнений при повышенных температурах, а также не оценено возможное негативное влияние методов удаления данных загрязнений на рабочие характеристики сплавов. В этом отношении диссертационная работа Никитина Я.Ю., посвященная исследованию влияния химических технологий удаления углеродсодержащих загрязнений на физико-механические свойства деталей из титанового сплава ВТ20, обладает несомненной научной актуальностью.

### **Общая характеристика работы**

В начале работы представлен аналитически обзор литературы, в котором достаточно полно рассмотрены вопросы, связанные с загрязнением проточной части компрессора, а также возможные способы их удаления. По результатам аналитического обзора грамотно сформулированы цель и задачи исследования.

В качестве объекта исследования выбран достаточно распространенный жаропрочный титановый сплав ВТ20. В качестве методов исследования в работе использованы оптическая и электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, измерение микротвердости, шероховатости поверхности, контактной разности потенциалов, измерение смачивание поверхности припоем, а также испытания на кратковременную и длительную прочность.

В исследовательской части работы представлены данные по эффективности очистки поверхности образцов титанового сплава ВТ20 зарубежными и отечественными растворами от углеродсодержащих загрязнений, а также данные по коррозионной агрессивности, используемых растворов. Эффективность удаления загрязнений оценена визуально и по

результатам химического анализа поверхности. На основании полученных данных автором выбраны наиболее эффективные растворы для дальнейших исследований. В виду относительно высокой коррозионной агрессивности некоторых растворов автором оценено возможное негативное влияние растворов для удаления загрязнений на топографию поверхности, микротвердость поверхности и потенциал поверхности. С целью оценки возможности проведения пайки очищенных деталей исследованы характеристики смачивания поверхности образцов припоем ВПр16. В работе также приведены данные по изменению механических характеристик образцов титанового сплава BT20, очищенных от углеродсодержащих загрязнений. В заключительной части работы проведено опробование выбранной технологии удаления углеродсодержащих загрязнений на компрессорных лопатках с последующим определением некоторых свойств их поверхности.

### **Научная новизна работы**

В работе получены экспериментальные данные по изменению потенциала поверхности в зависимости от вида применяемого раствора. Показано, что, несмотря на эффективное удаление загрязнений с поверхности титанового сплава BT20 происходит неизбежное снижение поверхностного потенциала, что свидетельствует о понижении активности поверхности. Установлено, что наименьшее снижение активности обеспечивает технология с использованием раствора на водной основе ОР1.

Также в работе оценена возможность газонасыщения поверхности титанового сплава BT20 продуктами химических реакций, при удалении углеродсодержащих загрязнений исследуемыми растворами. Установлено, что изменение микротвердости очищенных поверхностей не превышает 5 %.

### **Практическая значимость работы**

По результатам проведенной работы разработаны рекомендации по безопасному и эффективному удалению углеродсодержащих загрязнений с поверхности деталей из титанового сплава VT20, которые могут использоваться при проведении ремонтных операций на отечественных предприятиях. Кроме того, используемые в работе подходы и методы исследования могут быть применены для выбора технологий удаления углеродсодержащих загрязнений с поверхности других металлических материалов.

### **Достоверность результатов работы**

Основные научные выводы, полученные в диссертационной работе, подкрепляются комплексными исследованиями макроструктуры, химического состава, свойств поверхности и механических свойств титанового сплава VT20. Все исследования в работе проведены на современном поверенном оборудовании с автоматизированными способами регистрации, обработки и представления информации. Стандартные испытания проведены в соответствии с требованиями государственных стандартов.

### **Замечания по работе**

1. Не совсем понятно, чем определялся выбор используемых в работе очищающих растворов.
2. Для некоторых растворов не указан температурный интервал обработки.
3. Целесообразно было бы провести исследования на нескольких марках титановых сплавах различных классов.
4. При проведении работ применительно к лопаткам целесообразно было бы также исследовать влияния химического очищения на изменение циклической долговечности титанового сплава VT20.

Сделанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают научную и практическую ценность рассматриваемой диссертации.

### **Заключение**

Диссертация Никитина Я.Ю. выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой на основании проведенных исследований оценено влияние химических технологий удаления углеродсодержащих загрязнений на физико-механические свойства образцов титанового сплава BT20 и на этой основе разработаны технологических рекомендаций по очистке поверхности деталей ГТД при ремонтно-восстановительных мероприятиях.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 3 научно-технических конференциях, опубликованы в 6 печатных работах, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в авиационной и энергетической промышленности при назначении технологии удаления углеродсодержащих загрязнений с деталей, изготовленных из титановых сплавов, при проведении заводского ремонта изделий.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Никитин Янис Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры «Термообработка и физика металлов» института новых материалов и технологий УрФУ, протокол №9 от 15 ноября 2018 года. На заседании присутствовало членов 24 из 27. Результаты голосования: «за» – 24, против – нет, воздержавшихся – нет.

Заведующий кафедрой термообработки и физики металлов, профессор, д.т.н.

Попов А.А.

Ученый секретарь, доцент, к.т.н.

Оленева О.А.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
E-mail: rector@urfu.ru  
Тел.: +7 (343) 375-4503

Подписи Попова А.А. и Оленевой О.А. заверяю.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ  
ОЗЕРЕЦ Н.Н.

