

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Никитина Яниса Юрьевича «Влияние химических технологий удаления
углеродсодержащих загрязнений на физико-механические свойства деталей
из титанового сплава ВТ20», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Актуальность работы

Широкая распространённость газотурбинных двигателей (ГТД) и установок обуславливает необходимость их своевременного ремонта и обслуживания, в первую очередь очистку узлов и деталей от эксплуатационных загрязнений. Так, в настоящее время приходится сталкиваться с очисткой лопаток компрессора, на которых скапливаются органические отложения, которые по большей части образуются в результате загрязнённости воздушной атмосферы, а также в результате неудовлетворительной работы некоторых элементов двигателя. Состав загрязнений различается в зависимости от вида изделия и условий эксплуатации. Скопление загрязнений на компрессорных лопатках приводит к изменению скоростей потока воздуха и соотношению давлений между ступенями, что может являться причиной возникновения помпажных явлений. Возникающие загрязнения, приводящие к поломкам газотурбинных двигателей и установок, указывают на необходимость повышенного внимания к проблеме очистки узлов и деталей.

Стоит отметить, что не все существующие средства и технологии достаточно качественно, а самое главное – безопасно, позволяют очищать поверхности деталей двигателей и силовых установок. При наличии в технической литературе достаточного количества информации о технологиях очистки от различных загрязнений, практически отсутствует систематическая информация о влиянии моющих средств на состояние поверхности деталей, а также на их служебные свойства. Таким образом, выбор очищающего раствора с учетом его влияния на физические и

технологические параметры деталей газотурбинных двигателей является высоко актуально задачей, как с научной, так и с практической точки зрения. В связи с этим, диссертационная работа Никитина Яниса Юрьевича по оценке влияния различных моющих растворов на физико-механические свойства деталей, имеет высокую степень актуальности.

Общая характеристика работы

Представленная Никитиным Я.Ю. диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов, списка сокращений и условных обозначений и списка используемых источников, который включает в себя восемьдесят используемых источников. Работа включает в себя 125 страниц печатного текста, 73 рисунка и 16 таблиц. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ.

В начале работы автором обосновывается актуальность выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования, представлена научная новизна и практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту. Также обозначена степень достоверности, указаны конференции, на которых было доложено о результатах научно-исследовательской работы в рамках данной диссертации.

Раздел 1 посвящен анализу литературных данных о проблеме образования загрязнений в узлах и деталях газотурбинных двигателей и установок в процессе их эксплуатации. Автором рассматриваются основные причины образования загрязнений, их состав и свойства. Подробно описаны различные технологии очистки деталей от загрязнений в процессе эксплуатации и при заводском ремонте. По результатам анализа литературных данных Никитиным Я.Ю. поставлена цель исследовательской работы и сформулированы задачи исследований.

Раздел 2 описывает исследуемые объекты, а также методы и оборудование, на котором проводились исследования. В качестве объекта

исследований был выбран листовой полуфабрикат жаропрочного титанового сплава ВТ20, из которого были изготовлены образцы для исследований. Также в работе использованы титановые компрессорные лопатки ГТД, в том числе со следами эксплуатационных загрязнений. В качестве способов очистки углеродсодержащих загрязнений были выбраны восемь растворов зарубежного и отечественного производства, наиболее часто применяемые при проведении работ по очистке частей и деталей ГТД. Подробно представлена методика проведения испытаний, указаны нормативные документы и используемое оборудование.

Раздел 3 посвящён исследованию влияния очищающих растворов на свойства поверхности образцов сплава ВТ20. Установлено, что из выбранных для исследования растворов только три позволяют полностью удалить углеродсодержащие загрязнения. Также в данном разделе приведены результаты металлографического анализа поверхности, оценка изменения рельефа, активности и микротвердости образцов после обработки очищающими растворами. В результате анализа микроструктуры поверхности выявлено незначительное травление поверхности раствором HDL 202. Наиболее близкое значение активности поверхности к исходному состоянию обеспечивает очищающий раствор на водной основе ОР1.

Раздел 4 описывает влияние очищающих растворов на изменение смачивания поверхности припоем ВПр16, используемым для проведения ремонта деталей пайкой. Влияние трех исследуемых растворов на такие характеристики припоя ВПр16 как площадь растекания и краевой угол смачивания примерно одинаковое. Значения вышеуказанных характеристик для образцов в исходном состоянии и обработанных очищающими растворами практически не отличаются.

В **разделе 5** рассмотрено изменение механических свойств образцов сплава ВТ20 после применения очищающих растворов. По результатам испытаний на растяжение при комнатной и повышенной температуре, на

длительную прочность, а также по результатам фрактографических исследований существенного влияния очищающих растворов на механические свойства и характер разрушения сплава не выявлено.

Раздел 6 описывает результаты исследования состояния поверхности лопаток компрессора ГТД, очищенных раствором ОР1. Определены качественный химический состав поверхности, микротвердость, шероховатость и активность поверхности. Показано, что результаты исследования лопаток хорошо согласовываются с данными исследований, проведенных на лабораторных образцах. По результатам исследований Никитиным Я.Ю. разработана рекомендация по удалению загрязнений с поверхности деталей проточной части компрессора ГТД.

Диссертационная работа заканчивается основными выводами, списком сокращений и условных обозначений, а также списком используемых источников.

Содержание автореферата Никитина Яниса Юрьевича полностью отражает содержание диссертации.

Научная новизна работы

Основная научная новизна данной диссертационной работы заключается в применении комплексного подхода к оценке влияния различных моющих средств на изменение свойств очищаемого материала.

Наиболее значимыми результатами диссертационной работы Никитина Яниса Юрьевича, обуславливающими её научную новизну, являются:

- результаты анализа поверхностного потенциала образцов титанового сплава BT20, указывающие на то, что химическая очистка поверхности приводит к снижению потенциала. Показано, что наименьшей степени снижения потенциала удаётся достигнуть при применении очищающего раствора ОР1. Также показано, что обработка поверхности образцов

титанового сплава ВТ20 исследуемым перечнем очищающих растворов не приводит к ухудшению смачивания поверхности припоем ВПр16;

- результаты микрорентгеноспектрального анализа, в которых не обнаружено увеличение содержания углерода, кислорода, серы и их соединений в поверхностном слое;

- заключение о том, что удаление углеродсодержащих загрязнений не приводит к ухудшению микрогеометрии поверхности образцов, что свидетельствует об отсутствии растворения в исследованных растворах основного материала.

Практическая значимость работы

Практическая значимость данной работы заключается в разработке рекомендации по технологии химического удаления загрязнений с поверхности деталей проточной части компрессора газотурбинных двигателей и установок, изготовленных из титанового сплава ВТ20. Также необходимо отметить, что используемый в работе подход к оценке влияния растворов для удаления загрязнений на свойства образцов и деталей, в дальнейшем может быть рекомендован в качестве методики оценки всех вновь разрабатываемых и внедряемых очищающих растворов.

Полученные результаты работы полностью соответствуют поставленным целям и задачам.

Достоверность результатов работы

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается использованием современных методов исследования, а также использованием современного испытательного и аналитического оборудования. Все испытания были выполнены с соблюдением требований научно-технической документации, действующей на территории Российской Федерации.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

- 1) В Разделе 2.2 в качестве исследуемых средств промывки деталей авиадвигателей от углеродных загрязнений представлено восемь наиболее распространенных растворов и приведены режимы их использования для лабораторных образцов. Однако, в тексте диссертации отсутствует аргументация выбора режимов применения изучаемых растворов, а также информация о соответствии этих режимов рекомендациям производителей по их применению. Насколько выбранные режимы очистки с применением выбранных растворов соотносятся с режимами очистки, рекомендованными производителями?
- 2) В Разделе 3.1 автор в Таблице 3.1 приводит данные о проценте неочищенной поверхности образцов. При этом на рисунках 3.1-3.8 представлен лишь внешний вид поверхности образцов. В связи с этим возникает вопрос, каким методом была проведена оценка процента неочищенной поверхности образцов?
- 3) В представленном в работе описании методов, а также в таблицах результатов отсутствует погрешность определения экспериментальных данных, связанных с погрешностью приборов или методик измерения, что затрудняет оценку точности полученных результатов по влиянию выбора растворов для очистки поверхности образцов на комплекс физико-технологических свойств.
- 4) Представленные в Разделе 4 исследования взаимодействия припоя ВПр16 с очищенной поверхностью с применением изучаемых растворов имеют малый объем, из-за чего можно сделать неверный вывод о необоснованности выделения данных исследований в отдельный раздел. Данное замечание является по своей сути редакционным.

Указанные замечания и пожелания не снижают общей научной ценности и практической значимости диссертационной работы. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, направленную на решение актуальных практических задач.

По объему, достоверности, оригинальности полученных результатов, научной и практической ценности диссертация "Влияние химических технологий удаления углеродсодержащих загрязнений на физико-механические свойства деталей из титанового сплава ВТ20" удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Никитин Янис Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент,
Кудрявцев Егор Алексеевич,
кандидат технических наук,
техник-проектировщик
ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный
исследовательский университет»



03.12.2018 г.

308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85
Тел. +7 (4722) 58-54-55 (раб.),
+7-910-229-27-43 (моб.),
e-mail: kudryavtsev@bsu.edu.ru

Подпись Кудрявцева Е.А. удостоверяю



03.12.2018 г.