

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ
ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА»
д-р техн. наук, профессор



Чепцов М.Н.
« 21 » 02 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Хавлина Тараса Викторовича на тему «Синтез технологического обеспечения отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбин газотурбинного двигателя», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

1. Актуальность для науки и практики

В настоящее время в народном хозяйстве широко используются газотурбинные двигатели для обеспечения определенных целевых функций машин и технологических систем различного назначения. Данные двигатели применяются в авиации для самолетов и вертолетов, в судостроении, для судовых силовых установок, в нефтегазовой промышленности как технологические системы, в транспортной промышленности для повышения эффективности работы тяжелых и высокоскоростных машин. Наряду с этим, актуальным является вопрос повышения ресурса газотурбинного двигателя, как в общем, так и отдельных его деталей – лопаток турбин.

Лопатки турбин современных газотурбинных двигателей в процессе эксплуатации работают в сложных условиях. При выполнении своей основной функции на перо лопатки оказывается влияние целого ряда эксплуатационных воздействий. Это могут быть температурные воздействия, эрозионно-коррозионные воздействия, воздействия инородных тел, воздействия, возникающие вследствие действия сил инерции и т.д. Результатом эксплуатационных воздействий является интенсивное разрушение пера лопатки, а особенностью – неоднородность износа поверхностного слоя и защитных покрытий его функциональных частей. В настоящее время для повышения ресурса лопаток турбины проводится большое количество исследований как отечественными, так и зарубежными учеными и специалистами. Стремление данных исследований направлено на совершенствование конструкторско-технологического обеспечения технологических процессов повышения ресурса этих изделий, за счет придания специальных характеристик.

Используемые технологические методы производства лопаток турбин, повышения их качества, проведения ремонта и восстановления в целом

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Вх. № 16/03
« 12 » 03 20 20 г.

обеспечивают создание изделий, способных работать в сложных условиях. Однако постоянно растущий спрос к возможностям газотурбинных двигателей, неоднородность эксплуатационных воздействий, определяют необходимость создания и применения новых, функционально-ориентированных технологий, способных обеспечить качественно новую совокупность свойств и меру полезности деталей.

Учитывая это, проведение исследований особенностей эксплуатации лопаток турбин различных типов газотурбинных двигателей, изучение особенностей возникающего износа функциональных частей лопаток, изучение существующих технологических методов повышения ресурса данных деталей, обработка результатов исследования и выполнение синтеза технологического обеспечения отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбины является актуальной задачей, имеющей важное научное и практическое значение.

2. Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Проведенное диссертационное исследование выполнялось с целью создания технологии, способной обеспечить специальные (перспективные) свойства лопаткам турбин газотурбинного двигателя путем нанесения защитного функционально-ориентированного покрытия. Данное покрытие должно повысить эксплуатационный потенциал лопаток турбин, работающих в условиях совместного абразивно-эрозионного и температурного воздействия. Результаты исследования позволили решить ряд вопросов, а именно:

1. Анализ особенностей эксплуатации лопаток турбин позволил определить наличие совместного абразивно-эрозионного и температурного воздействия на функциональные части пера лопатки. Данное воздействие приводит к неравномерности износа защитных покрытий лопаток турбин. Обзор традиционных технологий указал на то, что большинство из них не обеспечивает защиту от совместного эксплуатационного воздействия.

2. Впервые разработан общий подход синтеза технологического обеспечения отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбин, работающих в условиях совместного воздействия. Данный подход, включающий в себя общую классификацию функционально-ориентированных покрытий, структурную схему процесса и метод нанесения покрытий, обеспечивает для лопаток турбин эффективную защиту от термомеханического воздействия. Покрытие, спроектированное на базе этого подхода, позволяет повысить ресурс лопаток турбин, работающих в условиях совместных эксплуатационных воздействий до 2,0 раз.

3. Разработанное структурно-технологическое обеспечение отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбин позволило создать общую структуру технологического процесса, создать подход в изучении начальных условий создания технологии, осуществить выбор пределов микрогеометрии обрабатываемой поверхности и подбор абразивных свойств инструмента и материалов. Изученные сущность и особенности процесса обработки деталей позволили усовершенствовать процесс обработки поверхностей, изготовленных

из жаропрочных сплавов (с покрытием и без него) и повысить его производительность на 17,6 %.

4. Разработанное конструкторско-технологическое обеспечение процесса напыления защитного покрытия позволило определить перечень основных требований к свойствам специального покрытия, набор которых обеспечивает защиту при работе лопаток в условиях совместных эксплуатационных воздействий, разработать схему многослойного функционально-ориентированного, структуру типового технологического процесса нанесения защитного покрытия и подход в выборе особых принципов ориентации технологических воздействий, позволяющих придать функционально-ориентированные свойства защитному покрытию.

5. Разработанный на основе общего подхода способ формирования ФОС покрытия, позволил обеспечить равноэффективную защиту поверхности рабочих частей пера, как на уровне одной лопатки, так и на уровне их комплектов, способствующую минимизации неравномерности износа. Выполненные экспериментальные исследования позволили определить эффективность ФОП при различных режимах работы лопаток турбин. Сконструированная экспериментальная установка позволила смоделировать совместное температурное и абразивно-эрозионное воздействие на испытываемый образец.

6. Разработанные рекомендации по созданию технологического процесса, направленного на обеспечение ФОС лопаток турбин, позволяют обеспечить их эффективную защиту при работе в условиях совместного абразивно-эрозионного и температурного воздействия, для различных типов ГТД.

7. Результаты работы внедрены в производственные процессы предприятий Донецкой Народной Республики и Российской Федерации, что обеспечивает определенный экономический эффект.

Значимость результатов исследований для науки заключается в том, что: были разработаны общий принцип повышения ресурса лопаток турбин и модель технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбин газотурбинных двигателей, работающих в условиях совместного абразивно-эрозионного и температурного воздействия, алгоритм создания технологического процесса повышения ресурса лопаток турбин на базе функционально-ориентированного подхода; установлена сущность и определены особенности процесса обработки как новых, так и восстанавливаемых после эксплуатации лопаток турбин; созданы структурные схемы функционально-ориентированных защитных покрытий; разработаны рекомендации для проектирования технологического процесса, направленного на обеспечение функционально-ориентированных свойств лопаток турбин.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что предложенная структура технологического процесса, конструкторское и технологическое обеспечение позволяют увеличить ресурс лопаток турбин, работающих в условиях комплексного абразивно-эрозионного и температурного воздействия. Разработанная и предложенная методика и рекомендации позволяют проектировать типовой технологический процесс для повышения ресурса лопаток турбин различных типов газотурбинных

двигателей. Предложенная методика прецизионного изучения начальных условий, организационных связей между ними, а также их дифференциация, объединение и классификация позволяет осуществить выбор наиболее рациональных технологических решений для повышения ресурса лопаток многоступенчатых турбин, работающих в условиях совместного эксплуатационного воздействия. Разработанные автором методики и рекомендации нашли применение в промышленности и могут быть использованы в образовательном процессе при изучении дисциплин, связанных с современными тенденциями в технологии машиностроения.

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

1. В дальнейшем считаем целесообразным провести научные исследования для газотурбинных двигателей, используемых в других отраслях промышленности, где условия эксплуатации могут быть охарактеризованы другими эксплуатационными воздействиями. При этом более углубленно необходимо изучить различия и взаимосвязи между эксплуатационными воздействиями роторов и статоров всех ступеней турбины.

2. В данной работе для повышения ресурса лопаток турбины рекомендуется применение функционально-ориентированных покрытий на основе нитрида циркония. На наш взгляд, актуальными в перспективе будут исследования для других видов износостойких покрытий, и других способов нанесения, например применение детонационной установки.

4. Общие замечания

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. Изученные материалы исследования позволили сделать вывод, что основное внимание при изучении особенностей эксплуатации лопаток турбин и применяемых методов повышения их ресурса соискатель обратил на достижения в области отечественной науки. На мой взгляд, было бы целесообразно расширить анализ проведённых исследований в данной области зарубежными авторами.

2. В работе следовало бы более детально раскрыть особенности эрозионного воздействия механических частиц, так как технологический процесс проектируется для различных типов ГТД.

3. В работе следовало привести данные по повышению ресурса для различных типов газотурбинных двигателей, которые возможно достигнуть, применяя результаты данного исследования.

4. В диссертационной работе, на стр. 86-90, описывается методика изучения начальных условий, определяющих структуру и набор технологических операций. Автору следовало бы привести пример ее практического применения в ходе исследования.

5. Заключение

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Основные результаты

диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе 6 научных статьях в рецензируемых журналах, включенных ВАК в перечень ведущих периодических изданий.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на нескольких научных конференциях и семинарах. Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации и результаты исследования.

Уровень решаемых задач, научная новизна, практическая и теоретическая значимость соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В целом, диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», соответствует специальности 05.02.08 – технология машиностроения, а ее автор Хавлин Тарас Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Подвижной состав железных дорог» ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА» «21» 02 2020 г., протокол № 2.

Д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедры «Подвижной состав
железных дорог» ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА»
(ДНР, 283018, г. Донецк,
ул. Горная, дом 6, ДонИЖТ;
тел.: +38 062 319-21-76;
institut-transporta@mail.ru)

Паламарчук Н.В.

Согласен на автоматизированную
обработку персональных
данных

Паламарчук Николай Владимирович

Подпись _____
уполномочен _____

Подпись _____
Н.В. Паламарчук

ОТДЕЛ
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ
ДОНЕЦКОГО ИНСТИТУТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА