

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор Государственной образовательной организации высшего профессионального образования «Донецкий институт железнодорожного транспорта»

д-р техн. наук, профессор
Чепцов М.Н.

2016 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Михайлова Д.А. на тему «Технологическое обеспечение повышения работоспособности лопаток компрессора газотурбинного двигателя на основе функционально-ориентированных покрытий», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

1. Актуальность для науки и практики

В настоящее время, вопросам повышения ресурса лопаток компрессора ГТД посвящено большое количество исследований отечественных и зарубежных ученых и специалистов, работающих в области создания новых технологий для авиационных двигателей. Данные исследования позволяют разрабатывать технологии, способные обеспечивать повышение ресурса лопаток компрессора ГТД. Однако эти исследования не решают вопросы повышения их работоспособности в условиях действия неравномерных разрушений по поверхности пера лопаток и по номерам их ступеней. Это связано с тем, что в данное время нет данных, технологий и технологического обеспечения синтеза специальных свойств лопаток компрессора, способных компенсировать неравномерные воздействия среды и разрушения их элементов. При этом на базе функционально-ориентированных покрытий можно решать вопросы дальнейшего повышения ресурса лопаток и ГТД в целом. Для этого необходимо создание основ синтеза технологий отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями.

На основании этого, разработка общего подхода, принципов и технологического обеспечения для реализации ФОП для лопаток компрессора ГТД является актуальной задачей, имеющей важное научное и практическое значение.

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

Основные научные результаты, полученные автором:

1. В представленной работе установлено, что лопатки компрессора в ГТД из-за эрозионно-коррозионных воздействий разрушаются неравномерно, а именно происходит неравномерный износ элементов пера лопатки и лопаток по номерам ступеней компрессора. При этом применяемые технологические мето-

ды отделочно-упрочняющей обработки пера лопатки не позволяют исключить действие неравномерных разрушений.

2. Для повышения ресурса лопаток компрессора ГТД предложено применять функционально-ориентированными покрытиями пера с изменяющейся толщиной и/или физико-механическими свойствами покрытия в зависимости от особенностей его разрушения при действии эрозионно-коррозионных воздействий среды. Для этого функционально-ориентированные покрытия лопаток необходимо аппроксимировать на базе многослойных равнотолщинных специальных покрытий, параметры каждого слоя которых определяются на базе принципов функционально-ориентированных технологий.

3. Впервые разработан общий подход и принципы синтеза технологического обеспечения реализации отделочно-упрочняющие обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями.

4. В работе выполнено совершенствование технологического обеспечения механической отделочной обработки пера лопатки компрессора для последующей реализации функционально-ориентированных покрытий.

5. В работе разработаны схемы опорного одновременного полирования двух материалов лопатки, а именно нитрид титанового покрытия и основного материала пера лопатки – титанового сплава. А также представлены рекомендации по опорному одновременному полированию двух материалов и обеспечению близких параметров шероховатости покрытия и основного материала пера лопатки.

6. Выполненный функционально-структурный синтез технологического обеспечения процессов нанесения покрытий на лопатки компрессора ГТД позволил разработать классификацию функционально-ориентированных покрытий для лопаток компрессора ГТД и провести синтез структурных вариантов технологических процессов их реализации.

7. Проведенные исследования позволили определить рациональные варианты концентрации лопаток в вакуумной камере ионно-плазменной установки для реализации ФОП.

8. В работе разработаны базовые варианты структурно-технологического обеспечения реализации функционально-ориентированных покрытий лопаток компрессора. Выполненные исследования особенностей эрозионно-коррозионных разрушений лопаток компрессора позволили установить, что коэффициент неравномерности их действия по поверхности составляет $k_1 = 2,8$, а по ступеням компрессора ГТД модели ТВЗ-117 он равен $k_2 = 2,1$.

9. Выполненные исследования позволили разработать рекомендации по синтезу структуры технологического процесса для реализации функционально-ориентированных свойств новых и восстановления изношенных лопаток компрессора ГТД.

Значимость для науки полученных в диссертационной работе результатов исследований заключается в том, что теоретические выводы позволили установить физическую сущность и особенности процесса полирования поверхностей пера лопаток компрессора из титановых сплавов без покрытий и с покрытиями.

А также разработать схемы опорного одновременного полирования двух материалов лопатки, а именно нитрид титанового покрытия и основного материала пера лопатки – титанового сплава. При этом разработанные математические структурно-функциональные модели покрытий для лопаток компрессора ГТД обеспечили возможность определять рациональные варианты покрытий для лопаток различных ступеней авиационного двигателя. Более того, разработанный метод синтеза структуры технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки поверхностей пера лопатки с напылением многослойного аппроксимированного функционально-ориентированного покрытия, обеспечивает повышение полного ресурса лопаток компрессора за счет увеличения межремонтного ресурса и числа их восстановлений в условиях действия неравномерных эрозионно-коррозионных воздействий среды.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что они повышают ресурс работы лопаток компрессора между восстановлениями в 1,5 раза и количество их восстановлений до двух - трех раз в условиях действия неравномерных эрозионно-коррозионных воздействий. Это повышает до 4,5 раза общий ресурс лопаток компрессора при двух кратном их восстановлении и снижает 1,5 ... 2,0 раза затраты на их эксплуатацию. При этом результаты работы нашли практическое применение на Снежнянском машиностроительном заводе, на котором изготавливаются лопатки компрессора ГТД для ОАО «Мотор-Сич».

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

1. Считаем целесообразным распространить полученные результаты для повышения ресурса лопаток турбинных агрегатов тепловых электрических станций. К сожалению, в данной работе об этом вопросе ни чего не сказано.

2. В перспективе, считаем целесообразным выполнить подобные исследования для турбины авиационных двигателей. На наш взгляд, с помощью полученных результатов можно существенно снизить эрозионные разрушения лопаток турбины.

3. В данной работе для повышения ресурса лопаток компрессора используются нитрид титановые покрытия. На наш взгляд, следовало бы выполнить исследования для других видов покрытий, например, покрытий с использованием нитрид циркониевых покрытий, нитрид титановых алюминиевых покрытий или сложных композитных покрытий.

4. Общие замечания

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. В работе выполняются экспериментальные исследования процессов разрушений лопаток компрессора ГТД модели ТВ3-117. К сожалению, в работе не приводятся данные для других моделей авиационных двигателей. На основании этого не понятно – можно ли распространить полученные результаты для других моделей авиационных двигателей.

2. Приведенные в диссертационной работе данные по ультразвуковой обработке лопаток не позволят определять степень очистки поверхности лопатки компрессора от загрязнений, пленок нитридов и оксидов.

3. К сожалению, в работе не приведены конкретные технологические режимы напыления ионно-плазменных покрытий для лопаток компрессора для каждой ступени ГТД. Отсутствие этих данных не позволяет их использовать на производстве для напыления покрытий лопаток.

5. Заключение

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом имеют существенное значение для фундаментальной науки и практики в области технологии машиностроения, а также для развития производства авиационных двигателей. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

В целом, диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», соответствует специальности 05.02.08 – технология машиностроения, а ее автор Михайлов Дмитрий Александрович 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» « 28 » 10 2016 г., протокол № 3.

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;

Паламарчук Н.В.

Согласен на автоматизированную
обработку персональных
данных

Паламарчук Николай Владимирович