

**Заключение диссертационного совета Д 01.014.02
на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики по
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета Д 01.014.02 от 15.12.2016 г. № 7

**О ПРИСУЖДЕНИИ
Михайлову Дмитрию Александровичу
учёной степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Технологическое обеспечение повышения работоспособности лопаток компрессора газотурбинного двигателя на основе функционально-ориентированных покрытий» по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, принята к защите « 26 » сентября 2016 г., протокол № 3 , диссертационным советом Д 01.014.02 на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, ДНР, 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58, ДонНТУ (приказ о создании диссертационного совета № 778 от 10 ноября 2015 г.).

Соискатель Михайлов Дмитрий Александрович 1989 года рождения в 2011 году соискатель окончил ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» по специальности «Технология машиностроения». 30 ноября 2016 г. окончил аспирантуру по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения в ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки ДНР, диссертация выполнена на кафедре «Технология машиностроения».

Научный руководитель кандидат технических наук Ивченко Татьяна Георгиевна, доцент кафедры «Технология машиностроения» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет».

Официальные оппоненты:

1. Витренко Владимир Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры «Технология машиностроения и инженерный консалтинг», проректор по научной работе ГОУВПО «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск.

2. Лукичев Александр Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Основы проектирования машин» Частного высшего учебного заведения «Донецкая академия автомобильного транспорта», г. Донецк.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий институт железнодорож-

ного транспорта», г. Донецк, в своем положительном заключении, подписанном Паламарчуком Николаем Владимировичем, д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Подвижной состав железных дорог» указала, что представленная 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.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются ведущими учеными в области технологии машиностроения и ведут исследования, которые близки с направлением исследований соискателя, а **выбор ведущей организации** обусловлен тем, что ее ученые и специалисты работают в направлении повышения ресурса двигателей, а также наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью в определении научной и практической ценности диссертации.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 16 работ, из которых 7 опубликованы в рецензируемых научных изданиях. При публикации основных научных результатов по диссертационной работе, диссертант выполнил необходимые требования, предусмотренные Положением о присуждении ученых степеней.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Михайлов, Д.А.** Синтез структурного обеспечения вакуумных ионно-плазменных установок для напыления покрытий лопаток газотурбинных двигателей // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. - Вип. 1, 2 (46). - С. 212 - 221.

2. Михайлов, А.Н. Особенности полировки лопаток ГТД с эрозионно-коррозионными разрушениями вакуумных ионно-плазменных покрытий под напыление нового покрытия / А.Н. Михайлов, **Д.А. Михайлов**, А.П. Недашковский // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. - Вип. 1 (47). - С. 207 - 212.

3. **Михайлов, Д.А.** Технологические особенности восстановления лопаток компрессора ГТД с применением функционально-ориентированных покрытий / **Д.А. Михайлов**, А.П. Недашковский, Т.Г. Ивченко // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. - Вип. 1 (47). - С. 213 - 224.

4. **Михайлов, Д.А.** Некоторые особенности полировки криволинейных поверхностей лопаток ГТД из титановых сплавов // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. Вип. 3 (49). С. 120 - 127.

5. **Михайлов, Д.А.** Основные особенности эксплуатации лопаток компрессора ГТД и классификация их эксплуатационных функций // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. - Вип. 4 (50). - С. 121 - 127.

6. Общий подход в обеспечении функционально-ориентированных свойств лопаток компрессора ГТД на базе принципа единовременного полного износа покрытия / **Д.А. Михайлов**, А.В. Хандожко, Е.А. Шейко, А.Н. Михай-

лов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2015. - Вип. 4 (50). - С. 132 - 139.

7. Повышение долговечности деталей машин на базе функционально-ориентированных покрытий / А.Н. Михайлов, **Д.А. Михайлов**, Р.М. Грубка, М.Г. Петров // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2015. - №7. - С. 30-39.

8. Designing peculiarities and classification of composite technologies in mechanical engineering (Основы проектирования и классификация композиционных технологий в машиностроении) / A. Mikhaylov, **D. Mikhaylov**, E. Mikhaylova, I. Petryaeva, I. Navka // Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications, Switzerland. - Vol. 371. - 2013. - P. 8-12.

9. Estimation of Possibilities of the Productivity Rise at Turning of Hard (Оценка возможностей повышения производительности обработки труднообрабатываемых материалов) / T. Ivchenko, V. Boguslavskiy, I. Petryaeva, **D. Mikhaylov** // Advanced Materials Research. Trans Tech Publications, Switzerland. - Vol. 1036. - 2014. – P. 355-359.

10. Electrical Discharge Machining Behavior of Titanium Nitride Coating (Поведение электрических разрядов при нанесении нитрид титановых покрытий) / L. Slatineanu, M. Coteatǎ, O. Dodun, **D. Mikhaylov**, D. Nedelcu // International Journal of Applied Ceramic Technology. Manuscript ID: ACT – 2118, 2012. P. 1 – 28.

11. **Михайлов Д.А.** Структура и производительность установок для напыления нитрид титановых покрытий лопаток газотурбинных двигателей. / Les problèmes contemporains de la technosphère et de la formation des cadres d'ingénieurs // Recueil des exposés des participants de la VII Conférence internationale scientifique et méthodique à Sousse du 08 au 17 octobre 2013. – Donetsk: UNTD, 2013. - P. 169-172.

12. Основные особенности и механизм отделочной обработки криволинейных поверхностей лопаток ГТД / **Д.А. Михайлов**, С.М. Братан, Т.Г. Ивченко, Харуби Х. // Les problèmes contemporains de la technosphère et de la formation des cadres d'ingénieurs. Recueil des exposés des participants de la VIII Conférence internationale scientifique et méthodique à Hammamet (Tunisie) du 28 septembre au 05 octobre 2014. – Donetsk: UICM, 2014. - P. 69-76.

13. Лопатка газотурбинного двигателя. (Лопатка газотурбинного двигателя) / О.М. Михайлов, О.П. Недашковський, О.О. Михайлова, **Д.О. Михайлов** // Патент України на винахід № 94961. (Патент на изобретение) B23P 15/00. Дата подання заявки 05.07.2010, БИ №7 від 11.04.2011. – 5 с.

В опубликованных работах автору принадлежат основные идеи проведенных исследований и результаты экспериментов. Постановка задач исследования, общий подход к синтезу структуры технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки поверхностей лопатки компрессора ГТД, формулирование основных положений работы, разработка структуры и содержания работы выполнены совместно с научным руководителем.

На диссертацию и автореферат поступили 18 отзывов, в которых отмечаются актуальность, новизна и достоверность полученных результатов, их

значимость для науки и практики. Все отзывы положительные, имеются замечания:

1. **Базров Борис Мухтарбекович**, зав. лабораторией теории модульной технологии ФГБУН ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН, д-р техн. наук, профессор (г. Москва). Замечания следующие: 1). В разделе с анализом современного состояния вопроса по рассматриваемому направлению нет ссылок на аналогичные работы и их авторов. 2). Цель работы следовало бы сформулировать более кратко.

2. **Баласанян Борис Сергеевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Автоматизация и технология машиностроения» ГИУ Армении (г. Ереван). Замечания следующие: 1). Следовало бы в автореферате привести структуры процессов обеспечения ФОС для лопаток компрессора. 2). В автореферате, на мой взгляд, следовало бы более детально пояснить – почему происходит неравномерность эрозионно-коррозионного разрушения пера лопатки. 3). Следовало бы привести в автореферате – какая структура пыли и песка действует по тракту двигателя.

3. **Бохонский Александр Иванович**, д-р техн. наук, профессор кафедры технической механики и машиноведения Севастопольского государственного университета (г. Севастополь). Замечание следующее: В первом разделе работы было бы желательно кратко отразить достижения механики деформированного тела для описания сложного напряженно-деформированного состояния лопаток в условиях вихревых динамических воздействий большой интенсивности.

4. **Боярских Геннадий Алексеевич**, зав. кафедрой эксплуатации горного оборудования ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», д-р техн. наук, профессор (г. Екатеринбург). Замечания следующие: 1). Из автореферата не ясно, каким образом формируется многослойное функционально-ориентированное покрытие; в частности, в чем различие покрытий 1-6, почему шесть покрытий? (с. 14). 2). Не понятно, каким образом обоснована необходимость различных вариантов концентрации изделий в вакуумной камере ионно-плазменной установки (с. 14).

5. **Бутенко Виктор Иванович**, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры механики института радиотехнических систем и управления ЮФУ (г. Таганрог). Замечания следующие: 1). На мой взгляд, при исследовании процессов разрушения лопаток необходимо рассматривать процессы коррозионно-эрозионных разрушений в едином комплексе. 2). В автореферате отсутствуют полные данные по применяемым технологиям. Это затрудняет использование их на практике. 3). В рекомендациях работы следовало бы указать, что в качестве покрытий могут быть использоваться и другие виды покрытий, в частности, выполненные на основе керамики.

6. **Добровольский Герман Игоревич**, канд. техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, зам. ген. директора по развитию ООО НПО «ГКМП» (г. Брянск). Особых замечаний нет.

7. **Дорофеев Владислав Леонидович**, д-р техн. наук, главный научн. сотр. ГНЦ ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (г. Москва). Замечания следующие: 1). Решение задачи о взаи-

модействии инструмента и криволинейных поверхностей лопатки можно было бы упростить. 2). Исследование лопаток КНД с покрытием нитрид титана, подтвердили повышение их износостойкости, однако покрытие может при определенных условиях снижать их усталостную прочность, этот вопрос не нашел отражения в диссертации. 3). На авиационных заводах широко применяется оборудование для нанесения покрытий лопаток компрессора; этот вопрос не нашел отражения в диссертации.

8. **Заплетников Игорь Николаевич**, зав. кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского, д-р техн. наук, профессор (г. Донецк). Замечания следующие: 1). В работе не сказано, какая толщина покрытия наносится на лопатку? 2). На рис. 8 автореферата представлен граф комплексного технологического процесса реализации функционально-ориентированных покрытий. В работе не сказано, сколько вариантов структур можно выполнять на базе этого графа, и как выбирать рациональный случай? 3). В заключении автореферата, диссертант отмечает, что лопатки компрессора ГТД разрушаются неравномерно. Здесь следовало сделать пояснения, из-за каких особенностей происходят эти явления.

9. **Костенко Андрей Владимирович**, зав. кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет», доцент, канд. техн. наук (г. Петропавловск-Камчатский). Замечания следующие: 1). Из текста автореферата неясно, за счет чего, при съеме старых покрытий методом опорного полирования предотвращается образование микроям и волнистости поверхности лопатки из-за продавливания покрытия. 2). Не описан предложенный метод назначения припусков при полировании особо тонких покрытий. 3). Не достаточно информации в проведенных исследованиях особенностей эрозионно-коррозионных разрушений лопаток компрессора двигателя модели ТВ3-117.

10. **Кравченко Павел Давыдович**, д-р техн. наук по специальности, профессор кафедры «Технология машиностроения» ВИС ФГБОУ ВПО «ЮР-ГУЭС» (г. Волгодонск). Замечания следующие: 1). В автореферате отмечается, что в работе разработана классификация ФОП. На мой взгляд, следовало бы привести эту классификацию в автореферате. 2). На странице 9 автореферата отмечено, что функционально-ориентированные свойства лопаток реализуются на базе особых принципов ориентации покрытий. Здесь, следовало бы отметить – за счет каких конкретных принципов выполняется этот процесс? 3). Приведенные результаты исследований представлены для ГТД модели ТВ3-117, но не указано, могут ли использоваться полученные результаты для других моделей ГТД?

11. **Лукашук Ольга Анатольевна**, зав. кафедры «Подъемно-транспортные машины» Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина, канд. техн. наук, доцент (г. Екатеринбург). Замечания следующие: 1). Не ясно, при каких параметрах внешних и внутренних факторов определялась интенсивность эрозионно-коррозионного износа лопаток (с. 7). 2). Не понятно выражение «суммарная скорость относительного движения частиц пыли и песка по траектории относительного движения в пото-

ке (с. 7). 3). Не ясно, что подразумевается под нетрадиционными свойствами покрытий (с. 12).

12. **Маляренко Александр Дмитриевич**, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры «Торговое и рекламное оборудование» Белорусского национального технического университета (г. Минск). Замечание следующее: Из текста автореферата не ясно, как изменяются режимные параметры абразивной обработки при подготовке частично изношенной поверхности для многослойного нанесения покрытий при одновременной обработке разнородных материалов – нитрида титана и титанового сплава тела лопатки.

13. **Мосягин Николай Александрович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организация машиностроительного производства» ДонГТУ. (г. Алчевск). Замечания следующие: 1). Автор отмечает, что уменьшает длительность удаления остаточного покрытия с поверхностей лопаток за счет обеспечения одновременного полного разрушения покрытия в процессе эксплуатации. Этот вопрос требует детального пояснения. 2). Из автореферата не ясно, для чего представлена морфологическая матрица синтеза принципиально-структурных моделей системы. 3). В автореферате имеются опiski и опечатки.

14. **Поветкин Виталий Васильевич**, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения» Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, профессор (г. Алматы). Замечания следующие: 1). На странице 9 автореферата отмечается, что выполненные исследования позволили разработать методику и алгоритм синтеза структуры функционально-ориентированного технологического процесса обеспечения и восстановления свойств лопаток компрессора ГТД. На мой взгляд, в автореферате следовало бы их представить в полном объеме для их использования на практике. 2). В автореферате много сокращений, которые затрудняют его прочтение.

15. **Семенов Александр Николаевич**, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, декан Авиатехнологического факультета Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьева (г. Рыбинск). Замечания следующие: 1). Из рис. 3 автореферата не ясно - почему для лопатки компрессора необходимо наносить 6 слоев покрытий? 2). По рис. следовало бы сделать пояснения, а именно из каких элементов состоит представленная оснастка. 3). В автореферате, следовало бы отметить, на каком оборудовании выполнялись покрытия лопаток компрессора?

16. **Федонин Олег Николаевич**, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры АТС, ректор Брянского государственного технического университета (г. Брянск). Замечания следующие: 1). На мой взгляд, в автореферате кандидатской диссертации научные положения можно было бы не приводить. 2). В автореферате следовало бы дать определение, что такое принцип одновременного полного износа покрытия (ЕПИП). 3). В автореферате, на мой взгляд, необходимо было более расширено

привести полученные рекомендации работы с представлением конкретных примеров реализации функционально-ориентированного покрытия.

17. Шрон Леонид Борисович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». (г. Севастополь). Замечания следующие: 1). В автореферате не приведены особенности обработки пера лопатки компрессора. 2). Из автореферата не ясно, по каким критериям выполнялась автором оценка адекватности расчетных параметров процессов. 3). Из автореферата не ясно, какое оборудование разработано автором (стр. 14)..

18. Ямников Александр Сергеевич, д-р техн. наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры «Технология машиностроения» Тульского государственного университета (г. Тула). Замечания следующие: 1). Из автореферата не ясно, можно ли распространить полученные результаты на лопатки компрессора всех авиационных ГТД. 2). В работе для лопаток компрессора используются нитрид титановые покрытия. На мой взгляд, следовало бы пояснить, возможно ли использовать другие виды покрытий при реализации функционально-ориентированного подхода. 3). На мой взгляд, следовало бы больше привести данных по особенностям разрушений лопаток компрессора по ступеням.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований основные результаты работы следующие: впервые разработан общий подход реализации технологии отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями, выполненных на базе группы многослойных равнотолщинных покрытий; разработана методика синтеза структура универсального технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки поверхностей пера лопатки с напылением многослойного аппроксимированного функционально-ориентированного покрытия лопаток; предложен новый метод формирования изменяющейся толщины покрытия на поверхности пера лопатки базирующийся на условии единовременного полного его износа при эксплуатации, который упрощает процесс удаления остаточного покрытия на этапе восстановления работоспособности лопаток компрессора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в данной работе: установлена закономерность режимов обработки в процессе полирования поверхностей пера лопаток компрессора из титановых сплавов без покрытий и с особо тонкими покрытиями; разработаны схемы опорного совместного полирования двух материалов лопатки, а именно нитрид титанового покрытия и основного материала пера лопатки; разработаны математические структурно-функциональные модели покрытий для лопаток компрессора ГТД, которые позволяют выполнять исследования особенностей нанесения покрытий; предложен метод синтеза структуры технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки поверхностей пера лопатки с нанесением многослойного аппроксимированного функционально-ориентированного покрытия, обеспечивающего единовременный износ покрытия и повышение полного ресурса

лопаток компрессора в условиях действия неравномерных эрозионно-коррозионных разрушений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработанные технологические процессы и технологическое обеспечение отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями 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; предложенные рекомендации отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями позволяют генерировать полное множество различных вариантов технологических процессов и определять их рациональные структурные варианты; результаты работы внедрены на Снежнянском машиностроительном заводе ОАО «Мотор-Сич», Луганском ЧП «Депла» и в Донецком национальном техническом университете.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов подтверждаются корректным использованием апробированных методов исследований и научных теорий, адекватностью разработанных моделей, применением современного математического аппарата, приборов и технологического оборудования, достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, полученными результатами опытных испытаний лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями, положительным внедрением результатов работы в производство.

Соискатель лично разработал: основные принципы формирования функционально-ориентированных покрытий лопаток компрессора ГТД, эксплуатирующихся в условиях действия переменных эрозионно-коррозионных разрушений поверхностей пера; методику синтеза технологического процесса отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора для реализации функционально-ориентированных покрытий в зависимости от их эксплуатационных особенностей; новые технические решения по синтезу технологических операций обеспечения переменных свойств лопаток компрессора.

На основании изложенного, представленная диссертационная работа Михайлова Дмитрия Александровича «Технологическое обеспечение повышения работоспособности лопаток компрессора газотурбинного двигателя на основе функционально-ориентированных покрытий» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены новые решения актуальной научно-технической задачи, имеющей важное народно-хозяйственное значение, заключающиеся в установлении закономерностей создания структуры технологии отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора с функционально-ориентированными покрытиями, обеспечивающих повышение их общего ресурса в условиях действия переменных эрозионно-коррозионных воздействий.

По своей актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому значению диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, соответ-

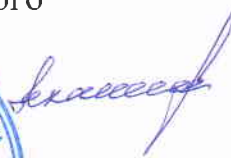
ствуется специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

На заседании 15 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Михайлову Дмитрию Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов наук по рассматриваемой специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за - 14 членов диссертационного совета,
против - нет,
недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного
совета Д 01.014.02,
д-р техн. наук, профессор

 Михайлов Александр Николаевич

Учёный секретарь диссертационного
совета Д 01.014.02,
канд. техн. наук, доцент

 Грубка Роман Михайлович

15.12.2016 г.

