

**Заключение диссертационного совета Д 01.014.02 на базе  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «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 26.12.2019 г. протокол № 10

**О ПРИСУЖДЕНИИ**

**Пичко Артему Павловичу**

**ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Синтез технологического обеспечения комплексного повышения ресурса лопаток турбокомпрессора газотурбинных установок нефтегазовой промышленности» по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения (технические науки) принята к защите «17» октября 2019 г. диссертационным советом Д 01.014.02 (протокол № 1) на базе ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, ДНР, 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58 (приказ о создании диссертационного совета № 778 от 10.10. 2015 г., приказ об изменении состава диссертационного совета № 651 от 20.06.2017 г., № 1768 от 12.12.19 г.)

Соискатель, Пичко Артем Павлович, 1991 года рождения в 2014 году окончил филиал Ухтинского государственного технического университета в г. Усинске, получив квалификацию специалиста по специальности «Экономика и управление на предприятии (в топливно-энергетическом комплексе)», а также прошел с 2013 г. по 2014 г. профессиональную подготовку в филиале Ухтинского государственного технического университета в г. Усинске по программе «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». С 2011 г. соискатель работает в ООО «РН – Северная нефть» г. Усинске, Республика Коми, Россия, в настоящее время – в должности начальника смены ПДСУНП №3. С 1 декабря 2017г. по настоящее время соискатель обучается в аспирантуре ДОННТУ.

**Научный руководитель:** Михайлов Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (г. Донецк).

**Официальные оппоненты:**

1. Бутенко Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия;

2. Волков Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология машиностроения и инженерный консалтинг», ГОУВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», Министерства образования и науки Луганской Народной Республики, г. Луганск, ЛНР.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА» (ДОНИЖТ), г. Донецк, в своем положительном заключении, подписанным ректором института, доктором технических наук, профессором Чепцовым М.Н., указала, что диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют существенное значение для фундаментальной науки и практики в области технологии машиностроения, а также для развития технологии производства, восстановления и ремонта лопаток газотурбинных установок. 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 Пичко Артем Павлович 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** обосновывается направлением проводимых научных исследований, а также наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью в определении научной и практической ценности диссертации.

Основные результаты диссертационной работы Пичко А.П. полностью опубликованы в 11 научных работах, из них 7 статей в специализированных изданиях, утвержденных ВАК; 1 статья в ведущем рецензируемом журнале, включенном в перечень ВАК Российской Федерации; 3 публикации в материалах международных конференций.

#### **Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Михайлов, А. Н. Структурная надежность и методы повышения ресурса газотурбинных двигателей на основе обеспечения функционально-ориентированных свойств / А. Н. Михайлов, В. А. Михайлов, Д. А. Михайлов, **Пичко А.П.** и [др.] // Научно-технические технологии в машиностроении. – Брянск: БГТУ, 2018. - № 3 (81). – С. 32-41.

2. **Пичко, А. П.** К определению структурной надежности газотурбинных установок нефтегазовой промышленности / А. П. Пичко и [др.] // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2018. - Вып. 2 (61). - С. 64 - 74.

3. **Пичко, А. П.** Эксплуатационные особенности газотурбинных установок нефтегазовой промышленности и общий подход в повышении их свойств / А. П. Пичко и [др.] // Прогрессивные технологии и системы

машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2018. - Вып. 3 (62). - С. 47 - 54.

4. **Пичко, А. П.** Особенности обеспечение свойств лопаток компрессора и турбины газотурбинной установки на базе функционально-ориентированных покрытий и равенства их ресурсов / А. П. Пичко и [др.] // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2019. - Вып. 1 (64). - С. 68 - 77.

5. Михайлов, Д. А. Методика и алгоритм синтеза технологического обеспечения комплексного повышения ресурса лопаток турбокомпрессора газотурбинной установки / Д. А. Михайлов, **А. П. Пичко**, Е. А. Шейко, А. Н. Михайлов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2019. - Вып. 2 (65). - С. 16 - 25.

6. **Пичко, А. П.** Структурно-технологическое обеспечение отделочно-упрочняющей обработки лопаток турбокомпрессора газотурбинных установок нефтегазовой промышленности / А. П. Пичко и [др.] // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2019. - Вып. 3 (66). - С. 54 - 60.

7. **Пичко, А. П.** Технологические особенности синтеза структуры процессов отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора и турбины с функционально-ориентированными покрытиями / А. П. Пичко и [др.] // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2019. - Вып. 4 (67). - С. 56 - 71.

В опубликованных работах автору принадлежат основные идеи проведенных исследований и результаты экспериментов, выполнен анализ результатов исследований. Соискателем разработаны принципы, структурные модели, выполнен анализ эксплуатационных свойств и исследования особенностей обеспечения свойств лопаток.

На автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные. В них отражены актуальность исследования, дана оценка основным результатам, указаны замечания, а также сделаны положительные заключения о соответствии работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания:

**1. Ямников Александр Сергеевич**, доктор технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения», профессор кафедры «Технология машиностроения», Тульского государственного университета, Россия, г. Тула. Замечания: 1) Из автореферата не ясно, можно ли распространить полученные результаты на лопатки турбокомпрессора всех ГТУ, используемых в нефтегазовой промышленности. 2) В автореферате диссертации отсутствуют сведения о марках материалов, из которых изготавливаются лопатки компрессора и турбины. 3) Целесообразно было бы для формул 5-6 рассмотреть вариант, когда одно из изделий имеет однослойное покрытие, а второе – многослойное. 4) Приведенная на рисунке 3 автореферата структурная схема синтеза технологических процессов ОУО – это структура

обеспечения формирования одинакового или кратного ресурса?

**2. Федоров Владимир Павлович**, доктор технических наук к по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Россия, г. Брянск. Замечания: 1) В обосновании актуальности темы исследования соискателю следовало бы более четко определиться с терминологией, поскольку упоминаются и временные понятия и характеристики состояния изделия: ресурс, эксплуатационные показатели ГТУ, работоспособность. Какие из указанных характеристик изделия являются приоритетными? 2) В автореферате отмечается, что структура покрытий лопатки формируется в соответствии с принципами ФОП, при этом автор не раскрывает, что это за принципы. 3) На стр. 9 автореферата соискатель отмечает, что лопатки турбины эксплуатируются в принципиально отличных условиях по сравнению с лопатками компрессора. На мой взгляд, следовало бы привести конкретные данные или графики, демонстрирующие эти отличия. 4) Формулировки заключения по автореферату можно было бы сократить, а некоторые пункты объединить.

**3. Серга Георгий Васильевич**, доктор технических наук по специальности по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения», и 05.03.01 – «Процессы механической и физико-химической обработки, станки и инструмент» заслуженный изобретатель РФ, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии и графики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар. Замечания: 1) Из текста автореферата (стр. 9) не ясно, как определяется необходимая для повышения ресурса лопаток толщина износостойкого покрытия. 2) Исходя из сведений на стр. 11 целесообразно было бы представить хотя бы один из вариантов комплексного технологического процесса и его структуру.

**4. Семенов Александр Николаевич**, доктор технических наук по специальности специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор, декан Авиатехнологического факультета Рыбинского государственного авиационного университета им. П.А. Соловьева, Россия, г. Рыбинск. Замечания: 1) В автореферате следовало бы дать определение, что такое принцип структурного соответствия свойств. 2) Для формул 3-4 автореферата следовало указать единицы измерения толщины и интенсивности разрушения покрытия. 3) Неясно, что автор имеет ввиду под термином «процесс эксплуатационных преобразований» (рис. 3). 4) В автореферате не приводятся сведения, какие материалы используются для реализации модуля связующих покрытий и модуля абразиво-эрозионно-стойких покрытий. И чем многомодульные покрытия, о которых говорит автор, принципиально отличаются от известных многослойных покрытий?

**5. Шрубченко Иван Васильевич**, доктор технических наук по специальности специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, профессор кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Россия, г. Белгород. Замечания: 1) В автореферате не приведено обоснование выбора вида

покрытий, рекомендаций по количеству слоев и химическому составу для лопаток турбины и компрессора. 2) Каким образом можно применить полученные результаты еще на стадии производства самих лопаток.

**6. Кравченко Павел Давидович**, доктор технических наук по специальности 05.04.11 – «Атомное реактостроение, машины, агрегаты и технология материалов атомной промышленности», профессор кафедры «Машиностроение и прикладная механика», Волгодонского инженерно-технического института – ВИТИ НИЯУ «МИФИ», Россия, Ростовская обл., г. Волгодонск. Замечания: 1) Из автореферата неясно, для каких моделей ГТУ могут быть применены представленные результаты. 2) Из автореферата неясно повышение и выравнивание ресурсов лопаток турбокомпрессора – это одновременные процессы? Или же речь идет о повышении ресурса одной группы лопаток и выравнивание с ресурсом другой группы лопаток? 3) На представленных в автореферате рисунках обозначения приведены очень мелко, что затрудняет их прочтение.

**7. Лебедев Валерий Александрович**, кандидат технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения», профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет», Россия, г. Ростов-на-Дону. Замечания: 1) В обосновании актуальности темы исследования отмечается, что технологические отделочно-упрочняющие методы применяются для повышения ресурса лопаток ГТУ. Корректнее было бы говорить о том, что эти методы позволяют повысить износостойкость лопаток, что в свою очередь повышает ресурс всей установки. 2) Из автореферата (стр. 12-13) следует, что топографические параметры пространственного контура границ покрытия определяются замерами изношенной и не износившейся частей покрытия. Поскольку количество лопаток в ГТУ довольно значительное, и каждая из групп имеет свои параметры изношенной части, считаю, что такой метод довольно трудоемкий и малоэффективен на практике.

**8. Добровольский Герман Игоревич**, кандидат технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения», заместитель генерального директора по развитию ООО «НПО «Группа Компаний Машиностроения и Приборостроения», Россия, г. Брянск. Замечания: 1) На рис. 10 представлена структурная схема экспериментальной установки для сравнительных испытаний образцов-свидетелей, однако, не ясно, удалось ли реализовать эту схему в компоновочном исполнении. 2) В автореферате указано, что для экспериментальных исследований применяются специальные композиционные покрытия, но отсутствует их состав и обоснование выбора материала покрытий.

**9. Чекалов Александр Николаевич**, кандидат технических наук по специальности 05.03.01 – «Процессы и машины обработки материалов резанием; автоматические линии», доцент кафедры технологии и организации машиностроительного производства, ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», ЛНР, г. Алчевск. Замечания: 1) В автореферате следовало более четко структурировать рекомендации по работе, например привести их в виде таблицы, где указать вид

покрытия, его структуру и толщину в зависимости от условий эксплуатации того или иного типа лопаток. 2) Из автореферата неясно, является ли поперечное сечение пера лопатки с многослойным ФОП переменной толщины, приведенное на рисунке 5 универсальным для всех групп лопаток турбокомпрессора.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований по специальности 05.02.08:**

**проведен:** анализ особенностей работы ГТУ, который позволил установить, что из-за сложных условий эксплуатации возникает неравномерный и преждевременный износ и разрушение элементов пера лопаток турбин по сравнению с лопатками компрессора;

**обеспечено:** повышение ресурса лопаток компрессора и лопаток турбины ГТУ за счет разработки технологического обеспечения процесса нанесения функционально-ориентированных покрытий;

**разработаны:**

– принципы, технологический подход и методы комплексного повышения ресурса лопаток компрессора и лопаток турбины, работающих в различных условиях эксплуатации;

- методика синтеза структурно-технологического обеспечения технологического процесса обработки лопаток компрессора и лопаток турбины и структурные варианты технологических процессов обработки лопаток турбокомпрессора с ФОС, позволяющие обеспечивать заданные свойства лопаток, а именно - одинаковый или кратный ресурс лопаток компрессора и лопаток турбины;

- методика направленного поиска рациональных структурных вариантов технологических процессов обработки лопаток компрессора и турбины с ФОС;

- необходимое технологическое обеспечение для реализации ФОС лопаток турбокомпрессора и структурные варианты технологических процессов отделочно-упрочняющей обработки лопаток компрессора и лопаток турбины с ФОС, позволяющие обеспечивать заданные свойства лопаток, а именно - одинаковый или кратный ресурс лопаток компрессора и лопаток турбины.

**предложен:**

- новый способ реализации ФОП лопаток на основе вакуумных ионно-плазменных покрытий, позволяющий формировать ФОП в виде многослойного покрытия переменной толщины из слоев постоянной толщины с различными топографическими параметрами пространственного контура границ каждого слоя, параметры которого определяются в зависимости от особенностей эксплуатации опытного покрытия постоянной толщины.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- установлен алгоритм и последовательность технологической реализации ФОП для лопаток компрессора и лопаток турбины ГТУ, обеспечивающие равный ресурс эксплуатации лопаток всего турбокомпрессора;

- установлена закономерность обеспечения соответствия толщин покрытий лопаток компрессора и лопаток турбин ГТУ для выполнения равенства ресурсов всех групп лопаток турбокомпрессора.

- предложенные структурно-логические формулы надежности лопаток турбокомпрессора позволили разработать методы повышения структурной надежности ГТУ.

- разработано технологическое обеспечение реализации ФОС лопаток турбокомпрессора из условия равенства ресурсов групп лопаток компрессора и лопаток турбины, определены режимы и особенности технологической реализации ФОП лопаток компрессора и лопаток турбины для ГТУ.

- разработана методика и алгоритм синтеза структуры комплексного технологического процесса на этапе нанесения покрытий, который является обобщающей системой проектирования процессов обеспечения ФОС лопаток компрессора и лопаток турбины из условия равенства их ресурсов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

- разработанные технологические процессы и обеспечение функционально-ориентированных покрытий лопаток турбокомпрессора ГТУ, работающих в принципиально различных условиях эксплуатации, выравнивают ресурсы лопаток ГТУ за счет повышения ресурса лопаток турбины;

- разработанная методика и алгоритм синтеза технологического обеспечения для комплексного повышения ресурса лопаток турбокомпрессора ГТУ позволяет на основе установленных связей и закономерностей проектировать конкретные варианты технологических процессов отделочно-упрочняющей обработки лопаток с ФОП для компрессора и турбины, которые работают в принципиально различных условиях эксплуатации;

- предложенные рекомендации комплексного повышения ресурса лопаток турбокомпрессора с ФОП позволяет на основе установленных связей и закономерностей параметров покрытий выровнять ресурсы лопаток компрессора и турбины, а также обеспечить возможность реализации полного использования эксплуатационного потенциала лопаток компрессора и лопаток турбины ГТУ, что повышает их технико-экономические показатели;

- результаты работы внедрены в ООО «РН – СЕВЕРНАЯ НЕФТЬ» (Россия), ОАО «Усинскгеонефть» (Республика Коми, Россия), ООО «Горловский энергомеханический завод» (г. Горловка, ДНР), ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк, ДНР) и в Филиале Ухтинского государственного технического университета в г. Усинске (Республика Коми, Россия).

**Оценка достоверности результатов исследования** 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, полученных по результатам опытных испытаний лопаток компрессора и турбины с ФОП, эффективностью внедрения результатов работы в производство. Полученные соискателем научные результаты в полной мере



освещены в публикациях в профессиональных изданиях и обсуждены на различных научно-технических конференциях.

**Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задач исследования, анализе результатов исследования и обосновании закономерностей, полученных в работе. Основные положения, принципы и структурные модели разработаны автором самостоятельно. Исследования особенностей обеспечения функционально-ориентированных свойств лопаток, анализ технологических особенностей ОУО лопаток с ФОП, экспериментальные исследования, обобщение результатов и формулировка выводов, а также внедрение результатов работы выполнены лично соискателем.**

На основании изложенного, представленная диссертационная работа Пичко Артема Павловича «Синтез технологического обеспечения комплексного повышения ресурса лопаток турбокомпрессора газотурбинных установок нефтегазовой промышленности» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены новые решения актуальной научно-технической задачи, имеющей важное народно-хозяйственное значение, заключающейся в комплексном повышении ресурса лопаток компрессора и лопаток турбины ГТУ, работающих в сложных и принципиально различных условиях эксплуатации, за счет обеспечения функционально-ориентированных свойств и выравнивания их ресурсов, на основе разработки технологического обеспечения в реализации ФОП и установления связей между их параметрами.

По своей актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому значению диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует специальности 05.02.08 – Технология машиностроения (технические науки).

На заседании от «26» декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение: присудить Пичко А.П. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 15 докторов наук, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

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



(подпись)

В.В. Гусев

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

(подпись)

С.П. Еронько

26 декабря 2019 г.