

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.332.01

созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24 декабря 2024 г. № 23

О присуждении Барановой Наталье Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени **кандидата технических наук**.

Диссертация на тему «Повышение производительности обработки точением деталей из титанового сплава путем разработки и применения износостойких покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев» по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» принята к защите 24 октября 2024 г., протокол № 16, диссертационным советом 24.2.332.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 127994, ГСП-4, г. Москва, Вадковский переулок, д. 3а, приказом от 01.04.2013 г. № 156/нк.

Соискатель, Баранова Наталья Сергеевна, 1983 года рождения, в 2016 году окончила с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет» Минобрнауки России по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» с присвоением квалификации **МАГИСТР**.

В 2009 году закончила очное отделение аспирантуры государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет приборостроения и информатики»

Минобрнауки РФ по направлению «Машиностроение» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». В 2024 году была прикреплена к аспирантуре ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в мае 2024 года ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

В период подготовки диссертации Баранова Наталья Сергеевна (с сентября 2005 года по настоящее время) работает в должности старшего преподавателя кафедры цифровых и аддитивных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», а также в должности младшего научного сотрудника кафедры высокоэффективных технологий обработки федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Работа выполнена на кафедре высокоэффективных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва.

Научный руководитель – Верещака Алексей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры высокоэффективных технологий обработки федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва.

Официальные оппоненты:

Каменева Анна Львовна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь,

Попов Андрей Юрьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Рамазановым Камилем Нуруллаевичем, доктором технических наук, доцентом, членом-корреспондентом академии наук Республики Башкортостан, заведующим кафедрой «Технология машиностроения», и утверждённом Шарафуллинским Ильдусом Фанисовичем, доктором физико-математических наук, доцентом, проректором по научной работе, указала, что диссертация Барановой Натальи Сергеевны является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные результаты, имеющие важное значение при разработке технологии и оборудования механической и физико-технической обработки.

Диссертация Барановой Натальи Сергеевны соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 16.10.2024 г. № 15), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Баранова Наталья Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации (общий объём – 146 с., авторских – 37 с.), из них 5 статей (общий объём – 47 с., авторских – 16 с.) в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 4 статьи (общий объём – 69 с., авторских – 12 с.) в изданиях из базы цитирований Scopus и Web of Science.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Верещака, А.А. Исследование свойств наноструктурированного покрытия Ti-TiN-(Ti,Al,Cr)N с изменяющейся величиной периода модуляции в

износостойком слое / А.А. Верещака, **Н.С. Баранова**, Е.С. Сотова, А.Е. Селезнев, К.М. Макаревич // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2024. – № 1 (68). – С. 8–19.

2. Верещака, А.А. Характер изнашивания и разрушения наноструктурированных покрытий Ti-TiN-(Ti,Al,Cr)N с изменяющейся величиной периода модуляции в износостойком слое / А.А. Верещака, **Н.С. Баранова** // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2024. – № 1 (68). – С. 44–53.

3. Верещака, А.А. Исследование структуры и фазового состава микрочастиц сферической формы, формирующихся в процессе осаждения PVD покрытий / А.А. Верещака, **Н.С. Баранова**, И.М. Шмаков, Е.С. Сотова // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2024. – № 2 (69). – С. 31–43.

4. Верещака, А.А. Исследование структуры и фазового состава микрочастиц, формирующихся в процессе осаждения PVD покрытий, и их влияния на условия резания / А.А. Верещака, **Н.С. Баранова**, И.М. Шмаков // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2024. – № 3 (70). – С. 8–14.

5. Верещака, А.А. Исследование диффузионных процессов и структурных изменений в наноструктуре многослойных покрытий / А.А. Верещака, В.П. Табаков, А.Е. Селезнев, **Н.С. Баранова**, К.М. Макаревич // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2024. – № 8. – С. 379–383.

6. Vereschaka, A. Influence of the Ti-TiN-(Y,Ti,Al)N Nanolayer Coating Deposition Process Parameters on Cutting Tool Oxidative Wear during Steel Turning / A. Vereschaka, C. Sotova, F. Milovich, A. Seleznev, N. Sitnikov, S. Shekhtman, V. Pirogov, **N. Baranova** // Nanomaterials. 2023. V. 13. Art. No 3039.

7. Vereschaka, A. Development of Multicomponent Nanostructured Nitride Coatings to Protect against Corrosion Products from Titanium Alloy / A. Vereschaka, N. Cherenda, C. Sotova, V. Uglov, O. Reva, A. Basalai, A. Isobello, **N. Baranova** // Coatings. 2023. V. 13. Art. No 2028.

8. Vereschaka, A. Investigation of Zr-ZrN, Zr,Hf-(Zr,Hf)N and Zr,Nb-(Zr,Nb)N coatings deposited on a titanium alloy substrate / A. Vereschaka, C. Sotova, F. Milovich, J. Bublikov, V. Zhylynski, K. Makarevich, **N. Baranova** // High Temperature Material Processes. 2024. V. 28(2). P. 65–80.

9. Vereschaka, A. Increasing the wear resistance of titanium alloys by deposition of a modifying coating (Zr,Nb)N / A. Vereschaka, C. Sotova, K. Makarevich, **N. Baranova** // High Temperature Material Processes. 2024. V. 28(3). P. 77–86.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (г. Москва). Отзыв подписал кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедрой технологий машиностроения Зайцев Александр Вячеславович.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет» (г. Тюмень). Отзыв подписал доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, консультант кафедры «Станки и инструменты» Артамонов Евгений Владимирович.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва). Отзыв подписал доктор технических наук, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, профессор кафедры 1203 Крит Борис Львович.

4. Белорусский государственный университет (г. Минск). Отзыв подписал кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией физики ионно-плазменной модификации твердых тел Кулешов Андрей Константинович.

5. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (г. Москва). Отзыв подписал доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Куликов Михаил Юрьевич.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (г. Комсомольск-на-Амуре). Отзыв подписали доктора технических наук,

профессора, профессора кафедры «Машиностроение», профессора–консультанта отдела организации и сопровождения научно-исследовательской деятельности Мокрицкий Борис Яковлевич и доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Космынин Александр Витальевич.

7. федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск). Отзыв Табакова Владимира Петровича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Инновационные технологии в машиностроении»

8. Отзыв Вермеля Владимира Дмитриевича, доктора технических наук, профессора МФТИ, заслуженного машиностроителя РФ, начальника научно-технического центра научно-производственного центра, и Болсуновского Сергея Анатольевича, начальника сектора научно-технического центра научно-производственного центра федерального автономного учреждения «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (г. Жуковский).

9. Отзыв Каменецкого Леонида Исарьевича, главного инженера акционерного общества «Резьбовые технологии» (г. Москва).

10. Отзыв Чернышева Алексея Дмитриевича, кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Энергетические системы и точное машиностроение» Рязанского института (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (г. Рязань).

Все отзывы положительные, но имеются замечания:

1. При значительном, разностороннем объеме экспериментальных исследований покрытий инструмента, проведенных в работе (исследование микротвердости, величины критической нагрузки разрушения, коэффициента трения, периода стойкости и т.д.), в автореферате не приведены функциональные зависимости характеристик покрытий от периода модуляции.

2. В автореферате не приведены сравнительные экономические данные разработанного автором и уже существующих методов нанесения покрытия.

3. Характер фазовых превращений в покрытиях в процессе резания описан не полностью, в частности, механизм спинодального распада описан недостаточно, нет количественной оценки влияния структуры покрытий на интенсивность данного процесса.

4. Не было изучено влияние параметров наноструктуры покрытий на величину внутренних остаточных напряжений.

5. При стойкостных испытаниях, как следует из автореферата, изменялась только скорость резания, о величине и изменении параметров подачи и глубины резания ничего не сказано. Однако они во многом определяют условия обработки и износостойкость инструмента.

6. Есть сведения о ВТ-14 и ВТ-6. Что препятствовало разработке рекомендаций хотя бы ещё одного титанового сплава? Например, более сложного в обработке сплава ВТ-22. Это позволило бы дать обобщающие рекомендации.

7. В разделе «Заклучение» приведена формула зависимости величины периода модуляции от частоты вращения стола. Но ни слова не сказано о том, как определены коэффициенты K_1 и K_2 .

8. В табл. 1 автореферата представлены условия формирования нанослойной структуры покрытий, однако отсутствуют данные о составах функциональных слоев покрытий, что затрудняет дальнейшее чтение материала автореферата (до стр. 12). Кроме того, не указана размерность частоты вращения (а не скорости, как написано в автореферате) стола установки.

9. В автореферате отсутствует обоснование выбора характера изменения величины периода модуляции нанослоев по толщине наноструктурного слоя для исследуемых покрытий.

10. Приводя данные по влиянию характера изменения периода модуляции нанослоев на период стойкости режущего инструмента, соискатель не объясняет данного влияния. Кроме того, отсутствует объяснение более высокой эффективности разработанных наноструктурированных покрытий по сравнению с одноэлементным покрытием.

11. Внутренние остаточные напряжения оказывают существенное влияние на износостойкость и характер разрушения металлорежущего инструмента, однако

автор не представил результаты исследований остаточных напряжений в предложенных нанослойных покрытиях.

12. Для получения качественных покрытий огромную роль играет подготовка поверхности. При том, что в главе 2 содержатся сведения о способах подготовки поверхности образцов перед нанесением покрытий, данный вопрос не рассматривается более подробно, не изучено влияние различных способов подготовки поверхности на качество осаждаемых покрытий.

Остальные замечания связаны либо с неточностью формулировок, либо носят редакционный или рекомендательный характер и будут учтены в дальнейшей работе (ТИУ, МАИ, БГУ, РУТ(МИИТ), АО «Резьбовые технологии», Рязанский институт (филиал) Московского Политеха).

Выбор официальных оппонентов основан на их высоком профессионализме в области технологии и оборудования для механической и физико-технической обработки, научных публикациях в данном направлении исследований, а ведущей организации – способностью оценить научную новизну и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан экспериментальный подход, позволивший выявить новые функциональные связи между скоростью вращения поворотного стола вакуумно-дуговой установки при нанесении покрытия и величиной периода модуляции (параметром наноструктуры) покрытий различного состава;

предложены параметры наноструктуры покрытия (величина периода модуляции и характер его изменения), позволяющего повысить производительность процесса резания за счет повышения скорости резания при точении титановых сплавов при сохранении периода стойкости режущего инструмента;

доказано наличие закономерностей влияния характера изменения периода модуляции наноструктурированных покрытий на механизм разрушения (изнашивания) этих покрытий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы положения теории резания материалов, современных методов металлографического и металлофизического анализов, а также методов статистического анализа результатов экспериментальных исследований;

изложены результаты установленных функциональных связей между скоростью вращения поворотного стола в процессе осаждения и параметрами наноструктуры покрытий различного состава;

изучены основные теоретические закономерности и практические рекомендации теории резания в части повышения износостойкости металлорежущего инструмента, что позволило определить требования к разрабатываемым износостойким покрытиям, применяемым при точении титановых сплавов.

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

разработаны и внедрены архитектура износостойких покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев, способ и режимы получения данной архитектуры; результаты исследований приняты к внедрению в ООО «Нацпромальянс» и ООО «Промобработка», где опытно-промышленные испытания твердосплавных инструментов с разработанной архитектурой покрытия, проведенные в производственных условиях, подтвердили высокую их работоспособность;

определены перспективы использования научно-методического подхода соискателя для повышения стойкости режущего инструмента при токарной обработке титановых сплавов;

представлены рекомендации для выбора параметров наноструктуры покрытий, обеспечивающие повышение износостойкости твердосплавного инструмента и производительности процесса точения титановых сплавов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов обеспечивается использованием современного станочного и сертифицированного измерительного оборудования, корректной обработкой результатов эксперимента, использованием

современных методов металлографического и металлофизического анализов, корректной обработкой результатов экспериментальных исследований на основе методов математической статистики;

идея базируется на обобщении передового опыта повышения эксплуатационных свойств металлорежущего инструмента, а также разработки современных износостойких покрытий;

установлено, что рационально подобранные параметры наноструктуры покрытия (величина периода модуляции и характер его изменения), позволяют повысить производительность процесса резания за счет повышения скорости резания при точении титановых сплавов при сохранении периода стойкости режущего инструмента;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации и проведения экспериментальных исследований, включающие составление эмпирических зависимостей и проверку их адекватности экспериментальными методами.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели и задач исследования, выборе и обосновании использованных методов и средств исследования, в проведении обзора научно-технической информации по теме исследования в российской и зарубежной литературе, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, в обработке, обобщении и анализе полученных результатов, формулировке выводов и положений, выносимых на защиту, а также в апробации теоретических и экспериментальных исследований и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны принципиальные критические замечания.

Соискатель Баранова Наталья Сергеевна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы, привела собственную аргументацию и согласилась с некоторыми замечаниями.

На заседании 24 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение за научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на повышение производительности обработки точением деталей из

титанового сплава путем разработки и применения износостойких покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев, имеющие существенное значение для развития машиностроения страны, присудить Барановой Наталье Сергеевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 9 докторов наук по специальности 2.5.5, участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 21, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета



Сергей Николаевич Григорьев

Ученый секретарь
диссертационного совета
«24» декабря 2024 г.

Екатерина Сергеевна Сотова

