

В диссертационный совет 24.2.332.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок, д.1

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Барановой Натальи Сергеевны: «Повышение производительности обработки точением деталей из титанового сплава путем применения износостойких покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Актуальность темы исследования. Титан и сплавы на его основе являются современными конструктивными материалами, обладающими рядом полезных свойств. В частности данные материалы характеризуются высокой прочностью при относительно низком удельном весе, что в сочетании с хорошей теплостойкостью (температура плавления 1670 °С, а у алюминия – всего 660 °С) обусловило его широкое применение в авиационной и ракетной технике. Еще одним полезным свойством титана является его хорошая стойкость к коррозии за счет самопроизвольного формирования на поверхности прочной защитной оксидной пленки. Кроме авиации и ракетостроения детали из титановых сплавов широко применяются в медицине (различные имплантаты), ядерной энергетике (запорная арматура) и ряде других областей машиностроения, причем объем использования титановых сплавов увеличивается каждый год. Еще более активное использование титана и сплавов на его основе сдерживается трудностями лезвийной обработки деталей из данных материалов. Низкая теплопроводность в сочетании с активным тепловыделением и рядом других факторов предопределила отнесение титановых сплавов к числу труднообрабатываемых материалов. Низкий период

стойкости и активный износ режущего инструмента при точении деталей из титановых сплавов вынуждает вести данную обработку при намного более низкой (по сравнению, например, с точением стальных деталей) скорости резания. За счет этого падает производительность лезвийной обработки, а соответственно и общая производительность производства деталей из титановых сплавов. Данный фактор становится особенно важным, учитывая существующую тенденцию максимального повышения производительности производства в связи с глобализацией и обострением мировой конкуренции. Другой проблемой относительно низкой производительности лезвийной обработки деталей из титановых сплавов является необходимость увеличивать дорогостоящий станочный парк для обеспечения достаточных объемов выпуска. Таким образом, повышение производительности лезвийной обработки (в частности, точения) деталей из титановых сплавов является важной и актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Анализ представленной в диссертационной работе и автореферате информации позволяет сделать вывод об очевидной новизне предложенного в диссертации Барановой Н.С. подхода. Впервые при разработке покрытий для металлорежущего инструмента рассматриваются структуры с переменной величиной периода модуляции. Подобный подход отсутствует как в российской, так и в зарубежной литературе, что свидетельствует об инновационном характере данного исследования. Сделанные Барановой Н.С. выводы подкрепляются обширным экспериментальным материалом, что является подтверждением их достоверности.

Таким образом, научная новизна работы заключается в:

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

- установлены функциональные связи между скоростью вращения поворотного стола вакуумно-дуговой установки при нанесении покрытия и величиной периода модуляции (параметром наноструктуры) покрытий различного состава;

- выявлены закономерности влияния характера изменения периода модуляции наноструктурированных покрытий на механизм разрушения (изнашивания) этих покрытий.

Выдвинутые Барановой Е.С. научные положения, выводы и рекомендации выглядят обоснованными, подкрепляются обширным экспериментальным материалом, опираются на всесторонний анализ имеющихся публикаций в данной области, включая публикации последних лет в ведущих международных рецензируемых изданиях (список литературы включает 216 наименований).

Основные положения, выносимые Барановой Н.С. на защиту, заключаются в следующем:

1. Рационально подобранные параметры наноструктуры покрытия (величина периода модуляции и характер его изменения), позволяющие повысить производительность процесса резания за счет повышения скорости резания при точении титановых сплавов при сохранении периода стойкости режущего инструмента.

2. Установленные функциональные связи между скоростью вращения поворотного стола вакуумно-дуговой установки при нанесении покрытия и величиной периода модуляции (параметром наноструктуры) покрытий различного состава.

Основная теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

На основе проведенных исследований установлены функциональные связи между скоростью вращения поворотного стола вакуумно-дуговой установки при нанесении покрытия и величиной периода модуляции (параметром наноструктуры) покрытий различного состава, описан механизм разрушения (изнашивания) наноструктурированных покрытий с различным характером изменения периода модуляции наноструктуры покрытий.

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

Разработаны и внедрены практические рекомендации по повышению периода стойкости твердосплавных режущих пластин и повышения производительности отработки за счет повышения скорости резания при обработке деталей из титановых сплавов на основе применения разработанных многокомпонентных композиционных покрытий наноразмерной структуры.

Разработана архитектура износостойких покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев, а также способ и режимы получения данной архитектуры.

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

Опытно-промышленные испытания, проведенные в производственных условиях, подтвердили высокую работоспособность твердосплавных инструментов с разработанными покрытиями.

Результаты исследований **приняты к внедрению** в ООО «Нацпромальянс» и ООО «Промобработка».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на аттестованных приборах и оборудовании, работы проводились в лабораторных условиях, максимально приближенных к производству с обработкой полученных данных на персональном компьютере,

теория основана на общепринятых положениях проектирования режущего инструмента, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации,

идея базируется на том, что применение режущего инструмента с износостойкими покрытиями рационально подобранного состава и архитектуры может позволить повысить производительность процесса точения деталей из титановых сплавов,

использованы данные из трудов отечественных и зарубежных ученых в таких областях, как методы проектирования инструмента, механизмы изнашивания и разрушения рабочих поверхностей режущего инструмента, применение износостойких покрытий, методы нанесения покрытий.

установлено качественное совпадение полученных автором результатов с данными, представленными в авторитетных источниках по данной тематике, а именно: закономерности влияния параметров обработки на период стойкости инструмента,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации и проведения экспериментальных исследований.

Основные положения диссертационной работы были доложены на Международной научно-практической заочной конференции «Инновационные технологии в машиностроении» (Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия, 2024 год), Школе молодых ученых «Адаптивные материалы и покрытия для высокотехнологичных отраслей промышленности» (МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия, 2023 и 2024 год), на кафедре цифровых и аддитивных технологий РТУ МИРЭА и кафедре «Высокоэффективные технологии обработки» МГТУ «СТАНКИН».

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

Замечания по диссертационной работе

1. В работе сравниваются покрытия на основе двух систем: (Zr,Cr,Al)N (Ti,Cr,Al)N, однако не рассмотрены другие составы покрытий, включая

покрытия с кремнием, бором, иттрием и гафнием, активно исследуемые в последние годы.

2. При проведении экспериментов по точению заготовок из титанового сплава ВТ6 инструмент с покрытием V2-1 не достигает предельной величины изнашивания по задней поверхности, период стойкости инструмента с данным покрытием может быть больше достигнутого.

3. Зависимость величины периода модуляции износостойкого слоя покрытий от частоты вращения поворотного стола установки в процессе их осаждения исследован только для двух составов покрытий, дополнительные исследования для покрытий других составов позволили бы расширить область использования полученной зависимости.

4. В работе представлен большой объем исследования изменений фазового состава покрытий в процессе резания, однако отсутствует глубокое металлографическое и кристаллографическое описание данных превращений, в частности, исследование изменений ориентаций кристаллических плоскостей, отсутствует изучение влияния структурированности покрытий на эксплуатационные свойства.

5. Окислительные процессы в структуре покрытий при точении установлены, но не исследованы в достаточном объеме. В частности, отсутствует подробное описание механизма спинодального распада в структуре покрытий.

6. В тексте диссертационной работы встречаются опечатки и нарушения формата.

При этом данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»


Диссертация Барановой Натальи Сергеевны является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки и заключающиеся в повышении стойкости режущего инструмента и производительности обработки при

точении деталей из титанового сплава ВТ6 за счет применения многокомпонентных композиционных наноструктурированных покрытий с переменной величиной периода модуляции нанослоев.

Диссертация соответствует требованиям п. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ) д.т.н. по специальности 05.03.01 – «Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент», профессор


09.12.24

Попов Андрей Юрьевич

Попов Андрей Юрьевич,
Тел. сот. 8 913 965 26 52
popov_a_u@list.ru

