

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 999.155.03, созданного на базе
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет», ФГБОУ ВО
«Юго-западный государственный университет»,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный техни-
ческий университет»
Кириллову Олегу Николаевичу
241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, д. 7

ОТЗЫВ

официального оппонента Афонина Андрея Николаевича
на диссертационную работу Нагоркина Максима Николаевича
«Надежность технологического обеспечения шероховатости
и износостойкости поверхностей деталей инструментами из
синтетических сверхтвёрдых материалов», представленную
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроение»

Актуальность темы диссертационных исследований

Важнейшей задачей современного машиностроения является стабильное обеспечение заданных эксплуатационных характеристик машин и механизмов. Для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств деталей машин необходимо тщательное обоснование применения того или иного метода обработки, что требует трудоёмких исследований в области совершенствования существующих и создания новых технологических систем (ТС). Одним из направлений исследований является технологическое обеспечение эксплуатационных свойств через управление параметрами качества поверхностного слоя (ПКПС) обрабатываемых деталей. Формирование ПКПС осуществляется, в основном, на чистовых и финишных операциях техпроцесса обработки заготовок. К ним в числе других относятся методы лезвийной обработки (точение, фрезерование) инструментами с синтетическими сверхтвёрдыми материалами (ССТМ), отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием (ППД), в частности, алмазное выглаживание и др.

Новые возможности использования этих и других методов обработки открываются в связи с использованием компьютерного управления технологическим оборудованием. Такие ТС позволяют обеспечить закономерное изменение качества поверхностного слоя в пределах одного технологического перехода, методами ППД обеспечивается формирование новых типов микро-

рельефов с параметрами, изменяющимися вдоль обрабатываемой поверхности. Расширить возможности технологического управления параметрами эксплуатационных свойств позволяют комбинированные методы обработки на основе модификации поверхностей различными покрытиями с последующим ППД.

При проектировании технологических процессов необходимо учитывать большое количество факторов, влияющих на формирование эксплуатационных свойств на всех этапах обработки поверхностей деталей, а также на начальных этапах эксплуатации. Адекватные модели формирования ПКПС и эксплуатационных свойств в зависимости от факторов обработки, а также условий эксплуатации в процессе приработки дают технологу возможность разрабатывать эффективные технологические процессы. Важным критерием оценки применяемой ТС является её параметрическая надёжность, характеризующая вероятность безотказной работы технологической системы по параметрам качества деталей. Выбор ТС осложняется при недостатке информации о её параметрической надёжности и отсутствии моделей формирования ПКПС и эксплуатационных свойств в зависимости от конкретных условий обработки. Необходимо учитывать временной фактор, который оказывает большое влияние на формирование параметров обрабатываемых поверхностей в силу изнашивания функциональных элементов ТС, определяющих её надёжность. Это подчеркивает необходимость разработки эффективных методов диагностики ТС, позволяющих оценить их технологические возможности и параметрическую надёжность.

В диссертационной работе представлены полученные на основе предлагаемой методологии проведения диагностики ТС результаты исследований технологических возможностей чистовых и финишных ТС на основе применения методов лезвийной обработки инструментами с ССТМ и ППД алмазным выглаживанием и оценки их параметрической надёжности по показателям шероховатости и износостойкости, что подтверждает актуальность решаемых задач.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы использованием известных положений технологии машиностроения, инженерии поверхности, теории надёжности, теории вероятностей и математической статистики, теории математического моделирования, теории автоматического управления, корректностью методов экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования проводились на основе предложен-

ного метода экспресс-диагностики ТС с применением компьютеризированных измерительных систем, как стандартных, так и созданных на основе разработанных с участием автора аппаратно-программных средств. Оценка результатов исследований осуществлялась с применением стандартных и авторских программных средств, позволяющих осуществлять измерение геометрических параметров качества поверхностей, а также статистическую обработку данных для оценки параметрической надежности ТС на основе применения метода имитационного моделирования процессов формирования параметров качества.

Отдельные результаты диссертационной работы внедрены на производственных предприятиях ООО НПО «Группа компаний машиностроения и приборостроения» и ЗАО «Клондайк электроникс», что также подчеркивает обоснованность полученных в работе рекомендаций.

Достоверность и новизна основных выводов и результатов диссертации

Степень достоверности результатов исследований подтверждается адекватностью математических моделей, построенных с использованием реальных результатов исследований, удовлетворительным совпадением теоретических положений с результатами моделирования исследуемых процессов, а также согласованностью полученных результатов с исследованиями других авторов.

Новизна основных выводов и результатов диссертации заключается в разработке:

- теоретических основ оценки параметрической надёжности технологических систем механической обработки по обеспечению параметров качества поверхностей деталей на основе построения физико-статистических моделей их формирования с последующим имитационным моделированием;
- теоретических основ оценки влияния динамических свойств одноинденторных инструментов упругого действия при обработке ППД плоских и цилиндрических поверхностей деталей с отклонениями от плоскостности или круглости на постоянство контакта индентора с поверхностью позволяющие определить условия обработки, обеспечивающие формирование параметров качества в допустимых интервалах варьирования;
- теоретического обоснования необходимости управления формированием закономерно изменяющихся параметров качества и эксплуатационных свойств поверхности детали для обеспечения её равномерного изнашивания при изменяющихся эксплуатационных нагрузках на основе моделей контактных взаимодействий поверхностей деталей типовых соединений трения-скольжения;
- теоретических основ построения моделей изменения управляющих

факторов в процессе обработки на основе физико-статистического моделирования процессов формирования параметров качества, позволяющих реализовать программное управление в ТС с ЧПУ обеспечением закономерно изменяющихся параметров качества поверхностного слоя.

Значимость для науки и практики полученных результатов исследований

Значимость для науки результатов исследования заключается в разработке научных основ оценки и повышения параметрической надёжности ТС по обеспечению параметров шероховатости и износостойкости поверхностей деталей при чистовой и финишной обработке инструментами, оснащёнными ССТМ, за счет выбора соответствующей ТС из множества альтернативных по критерию максимума параметрической надёжности.

На основе динамических моделей процессов обработки ППД инструментами упругого действия плоских и цилиндрических поверхностей с дифференцируемыми отклонениями от плоскостности или круглости предложено понятие технологической устойчивости процессов обработки, условием которой является обеспечение регламентируемых значений параметров качества поверхностного слоя в допустимых интервалах варьирования с максимальной надёжностью непрерывно по всей обрабатываемой поверхности.

Предложена концепция программного управления процессом формирования закономерно изменяющихся значений параметров качества по поверхности детали, для обеспечения её равномерного изнашивания при действии изменяющихся эксплуатационных нагрузок.

Значимость для практики результатов исследования определяется:

- возможностью технологического управления процессом формирования параметрами шероховатости и износостойкости на основе полученных физико-статистических моделей для ТС с применением методов лезвийной обработки и ППД инструментами с ССТМ;
- комплексом результатов исследований параметрической надёжности ТС лезвийной обработки (фрезерование, точение) и обработки ППД инструментами, оснащёнными ССТМ, плоских и цилиндрических поверхностей деталей, позволяющим осуществлять выбор ТС из ряда альтернативных;
- разработанным комплексным подходом к экспериментальным исследованиям ТС металлообработки, позволяющим унифицировать процедуры получения и анализа результатов в лабораторных и производственных условиях с применением созданных компьютеризированных измерительных систем оценки геометрических параметров качества поверхностей деталей и металлографического анализа;
- разработанным программным методом формирования микрорельефов

различных по конфигурации типов на поверхностях деталей обработкой ППД в ТС с ЧПУ;

– реализацией технологии формирования закономерно изменяющихся параметров качества по поверхности детали, с целью обеспечения её равномерного изнашивания при действии переменных эксплуатационных нагрузок;

– разработанной концепцией оценки параметрической надёжности ТС, базирующейся на программном методе экспресс-диагностики ТС по параметрам качества и эксплуатационных свойств поверхностей обрабатываемых деталей.

Оценка содержания работы, ее завершенность

Диссертация изложена на 374 страницах машинописного текста и содержит 144 рисунка и 18 таблиц. Структура диссертации соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11–2011 и включает введение, 8 глав, заключение, список литературы, включающий 349 наименований, 20 приложений.

Содержание и структура диссертации Нагоркина М.Н. логически взаимосвязаны и соответствует сформулированной цели исследования.

Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, изложена грамотно и понятно. Общие выводы отражают в полном объеме полученные результаты диссертационных исследований.

Содержание диссертации соответствует областям исследований паспорта специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения»:

– п. 2: Технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие ходы, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости;

– п. 3: Математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения;

– п. 7: Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин.

В соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней» диссертация соответствует критерию завершенности, так как в ней решена актуальная проблема определения и повышения надёжности обеспечения параметров шероховатости и износостойкости поверхностей деталей при лезвийной и упрочняющей обработке, что имеет важное хозяйственное значение.

Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 93 научных изданиях, в том числе девятнадцать работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, шесть работ опубликовано в изданиях, индексируемых в международных библиографических базах Scopus, издано четыре монографии.

Автореферат по структуре и содержанию полностью соответствует структуре работы, отражает её сущность, написан технически грамотным и понятным языком.

Замечания по диссертационной работе

1. В проведенном соискателем обзоре не было уделено достаточно внимания современным трудам зарубежных ученых.
2. Применяемые в настоящее время подходы к назначению параметров шероховатости фактически также являются интервальными с учетом того, что нижняя граница допуска на шероховатость задается возможностями методов обработки поверхностей, выбираемых из экономических соображений. В работе же экономическим факторам производительности и себестоимости обработки не уделено достаточно внимания.
3. Поскольку в работе формирование шероховатости поверхности фактически рассматривается в объемной постановке, было бы целесообразно применить для измерения шероховатости методы, позволяющие построить ее объемную топографию, например современные оптические методы.
4. При составлении моделей динамики алмазного выглаживания не учитывалась жесткость заготовки, что существенно ограничивает область их применения.
5. Среди конструкторско-технологических параметров, влияющих на качество поверхностного слоя при алмазном выглаживании, не рассматривался радиус индентора.
6. В работе не было уделено внимания влиянию на формирование шероховатости при выглаживании условий контактного взаимодействия индентора с заготовкой, а именно параметров трения, наличия адгезии и химического взаимодействия.
7. Работа существенно выиграла бы, если бы при исследовании триботехнических характеристик получаемых поверхностей был выявлен характер влияния на них параметров качества поверхностного слоя.

Заключение

Диссертационная работа Нагоркина Максима Николаевича «Надежность технологического обеспечения шероховатости и износостойкости поверхностей деталей инструментами из синтетических сверхтвёрдых материалов» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема повышения надёжности технологического обеспечения параметров шероховатости и износостойкости поверхностей деталей машин при лезвийной и

упрочняющей обработке ППД инструментами из ССТМ за счет выбора соответствующей ТС из числа альтернативных по критерию максимума параметрической надежности, что имеет важное хозяйственное значение.

Выводы и рекомендации обоснованы теоретически и экспериментально, прошли необходимую апробацию в научной печати и на профильных конференциях и семинарах. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют существенное значение для науки и практики в области технологии машиностроения.

Диссертационная работа Нагоркина Максима Николаевича «Надежность технологического обеспечения шероховатости и износостойкости поверхностей деталей инструментами из синтетических сверхтвердых материалов» соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент, доктор технических наук (специальность 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»), доцент, профессор кафедры «Информационные и робототехнические системы» ФГАОУ ВО «Белгородский государственный исследовательский университет»

Афонин Андрей Николаевич

Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
тел.: (4722) 30-12-11; e-mail: afonin@bsu.edu.ru

