М.Н. Нагоркин

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЧИСТОВОЙ И ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
ИНСТРУМЕНТАМИ
ИЗ СВЕРХТВЁРДЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Редакционный совет

О.Н. Федонин - Председатель редакционного совета

Ю.С. Степанов - Заместитель председателя редакционного совета

А.В. Киричек - Главный редактор

А.В. Морозова - Заместитель Главного редактора

Члены совета:

Аверченков В.И. (Брянск)

Агеев Е.В. (Курск)

Албагачиев А.Ю. (Москва)

Амбросимов С.К. (Липецк)

Афонин А.Н. (Белгород)

Бабичев А.П. (Ростов-на-Дону)

Безъязычный В.Ф. (Рыбинск)

Белоусов А.И. (Самара)

Болдырев А.И. (Воронеж)

Бочкарев П.Ю. (Саратов)

Бржозовский Б.М. (Саратов)

Бутенко В.И. (Таганрог)

Васильев А.С. (Москва)

Верещака А.С. (Москва)

Волков Д.И. (Рыбинск)

Горленко О.А. (Брянск)

Григорьев С.Н. (Москва)

Гузеев В.И. (Челябинск)

Гусев В.Г. (Владимир)

Давыдов В.М. (Хабаровск)

Доставалов В.А. (Владивосток)

Дьяконов А.А. (Челябинск)

Евсеев Д.Г. (Москва)

Еренков О.Ю. (Комсомольск-на-Амуре)

Ивахненко А.Г. (Курск)

Козлов А.М. (Липецк)

Кожина Т.Д. (Рыбинск)

Константинов И.С. (Белгород)

Лужнов Ю.М. (Москва)

Макаров В.Ф. (Пермь)

Максаров В.В. (Санкт-Петербург)

Михайлов А.Н. (Донецк)

Мокрицкий Б.Я.

(Комсомольск-на-Амуре)

Мотренко П.Д. (Ростов-на-Дону)

Протасьев В.Б. (Тула)

Савин Л.А. (Орел)

Смоленцев В.П. (Воронеж)

Соловьев Д.Л. (Муром)

Суслов А.Г. (Москва)

Табаков В.П. (Ульяновск)

Тарапанов А.С. (Орел)

Хандожко А.В. (Брянск)

Химухин С.Н. (Хабаровск)

Шумячер В.М. (Волгоград)

Ямников А.С. (Тула)

Янюшкин А.С. (Братск)

Яцун С.Ф. (Курск)

М.Н. НАГОРКИН

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ЧИСТОВОЙ И
ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ
ОБРАБОТКИ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
ИНСТРУМЕНТАМИ
ИЗ СВЕРХТВЁРДЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ**

Москва, 2017

УДК 621.7.015; 621.7.016.3; 621.787; 62-192
ББК 30.14; 34.59
Н16

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Бабичев Анатолий Прокофьевич*
доктор технических наук, профессор *Отений Ярослав Николаевич*

Н16 Нагоркин М. Н. Параметрическая надёжность технологических систем чистовой и отделочно-упрочняющей обработки поверхностей деталей машин инструментами из сверхтвёрдых синтетических материалов. Монография. / М. Н. Нагоркин; Под ред. А. В. Киричека. – М.: Издательский дом «Спектр», 2017. – 304 с. : ил.

ISBN 978-5-978-5-4442-0132-9
DOI 10.14489/4442-0132-9

В монографии рассматриваются принципы оценки параметрической надёжности технологических систем (ТС) формирования параметров качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин инструментами из сверхтвёрдых синтетических материалов методами лезвийной обработки и поверхностного пластического деформирования (ППД). На основе исследований динамики процесса обработки ППД одноинденторными инструментами упругого действия поверхностей деталей с отклонениями от номинальной геометрической формы предложены критерии технологической устойчивости ТС. Представлены результаты исследований надёжности ТС чистовой лезвийной обработки и финишной обработки ППД по геометрическим параметрам качества плоских и цилиндрических поверхностей деталей, а также технологического обеспечения триботехнических характеристик цилиндрических соединений трения скольжения комбинированной обработкой, на основе применения операций обработки резанием и алмазного выглаживания и нанесения мягких прирабочных плёнок. Изложены принципы технологического обеспечения заданной закономерности распределения параметров качества по обрабатываемой поверхности детали, диктуемой известной нестационарностью условий эксплуатации.

Монография ориентирована на научных работников, аспирантов, инженерно-технических работников предприятий машиностроительной отрасли, а также может быть полезна для аспирантов и магистров в области технологии машиностроения.

УДК 621.7.015; 621.7.016.3; 621.787; 62-192
ББК 30.14; 34.59

ISBN 978-5-978-5-4442-0132-9

M.N. NAGORKIN

**PARAMETRIC RELIABILITY OF
TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN
MACHINERY FINISHING AND
FINISH-STRENGTHENING WITH
SUPERHARD SYNTHETIC TOOLS**

Сведения об авторах:

Нагоркин Максим Николаевич

Брянский государственный технический университет,
г. Брянск

Кандидат технических наук, доцент

Телефон: (960) 552-61-25

E-mail: nagorkin_mn@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются принципы оценки параметрической надёжности технологических систем (ТС) формирования параметров качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин инструментами из сверхтвёрдых синтетических материалов методами лезвийной обработки и поверхностного пластического деформирования (ППД). На основе исследований динамики процесса обработки ППД одноинденторными инструментами упругого действия поверхностей деталей с отклонениями от номинальной геометрической формы предложены критерии технологической устойчивости ТС. Представлены результаты исследований надёжности ТС чистовой лезвийной обработки и финишной обработки ППД по геометрическим параметрам качества плоских и цилиндрических поверхностей деталей, а также технологического обеспечения триботехнических характеристик цилиндрических соединений трения скольжения комбинированной обработкой на основе применения операций обработки резанием, алмазного выглаживания и нанесения мягких прирабочных плёнок. Изложены принципы технологического обеспечения заданной закономерности распределения параметров качества по обрабатываемой поверхности детали, диктуемой известной нестационарностью условий эксплуатации. Монография предназначена для инженерно-технических работников предприятий машиностроительной отрасли, а также может быть полезна для аспирантов и магистров по направлению подготовки «Технология машиностроения».

Ключевые слова:

параметрическая надёжность технологических систем; вероятность безотказной работы; факторы обработки; имитационное моделирование; модель формирования параметров качества деталей; параметры качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей; шероховатость; волнистость; отклонения от круглости; триботехнические характеристики; диагностика технологических систем; информационные измерительные системы; аппаратно-программный интерфейс; алмазное выглаживание; индентор; инструмент упругого действия; динамическая модель инструмента для ППД; технологическая устойчивость процесса обработки; торцевое фрезерование композитом 10; комбинированная антифрикционная обработка; мягкие прирабочные плёнки; триботехническая система; закономерное изменение параметров качества поверхности; технологическая гибкость; ППД программным способом; микрорельеф.

Authors' Data:

Nagorkin Maxim Nikolayevich

Bryansk State Technical University, Bryansk

Can. Eng.,

Phone: (960) 552-61-25

E-mail: nagorkin_mn@mail.ru

Abstract

The assessment principles of technological system (TS) parametric reliability in the parameter formation of quality and operation properties of machinery surfaces with superhard synthetic tools through the methods of a cutting edge treatment and a surface plastic deformation (SPD) are under consideration. On the investigation basis of the SPD processing dynamics with one-indenter tools of the elastic effect of parts surfaces with deviations from a rated geometrical form there are offered criteria for TS technological stability. The research results of TS reliability of finish cutting edge treatment and SPD finishing according to the geometrical parameters of parts flat and cylindrical surfaces quality and also those of technological support of sliding cylindrical joint tribological characteristics with combined working on the basis of the application of cutting, diamond smoothing and soft running-in films are presented. The technological support principles of the specified regularity in parameter quality distribution on a machined part surface defined by a well-known specificity of operation conditions are presented. The monograph is intended for engineering staff of engineering enterprises and also may be useful to post graduate students and undergraduates with the training direction of "Engineering Techniques".

Keywords:

parametric reliability of technological systems; probability of no-failure operation; machining factors; simulation; model of parts parameter quality formation; parameters of quality and operation properties of parts surfaces; roughness; rippling; roundness deviations; tribotechnical characteristics; technological systems diagnostics; information measuring systems; hardware-software interface; diamond smoothing; indenter; elastic operation tool; dynamic model of tool for SPD; technological stability of machining process; face milling with composite 10; combined antifricition treatment; soft running-in films; tribotechnical system; regular change of surface quality parameters; technological flexibility; SPD with software method; micro-relief.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
Глава 1 Теоретико-методологические основы определения параметрической надёжности технологических систем (ТС) механической обработки по показателям качества поверхностей деталей.....	18
1.1 Параметрическая надёжность технологических систем механической обработки деталей машин по показателям качества поверхностей и общая схема её оценки	18
1.2 Особенности построения моделей формирования параметров качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин в процессе механической обработки.....	25
1.3 Оценка параметрической надёжности технологических систем методом имитационного моделирования.....	37
1.4 Программное обеспечение построения моделей формирования параметров качества обрабатываемых деталей и определения параметрической надёжности ТС.....	43
Глава 2 Основные принципы диагностики технологических систем (ДТС) по параметрам качества обрабатываемых поверхностей деталей машин.....	47
2.1 Общая схема диагностики технологических систем металлообработки программным способом	47
2.2 Обработка образцов или пробных деталей при использовании программного метода ДТС	50
2.3 Метрологическое обеспечение контроля параметров качества поверхностей в процессе диагностики технологических систем.....	54
2.3.1 Измерение геометрических параметров качества поверхностей деталей машин	54
2.3.2 Исследование микротопографии и оптических свойств обрабатываемых поверхностей	64
2.3.3 Программное тестирование поверхностей в процессе ДТС по относительной износостойкости	70
2.3.4 Диагностика ТС на базе компьютеризированных стендов	73
Глава 3 Формирование геометрических параметров качества поверхностей деталей машин методами отделочно-упрочняющей обработки (ОУО) поверхностным пластическим деформированием (ППД) одноинденторными инструментами упругого действия с учётом динамики процесса обработки	80

3.1	Динамические модели и частотные характеристики процессов ОУО ППД поверхностей деталей машин одноинденторными инструментами упругого действия	80
3.1.1	Обработка ППД плоских поверхностей деталей при наличии исходной волнистости	80
3.1.2	Обработка ППД цилиндрических поверхностей деталей, имеющих отклонения от круглости.....	93
3.2.	Исследование динамики воздействия индентора инструмента ППД упругого действия на обрабатываемые поверхности деталей машин	102
3.2.1	Обработка ППД плоских поверхностей деталей с исходной волнистостью	102
3.2.2	Обработка ППД цилиндрических поверхностей деталей с отклонениями от круглости	110
3.3	Технологическая устойчивость процессов финишной обработки поверхностей деталей машин методами ОУО ППД одноинденторными устройствами упругого действия и критерии её обеспечения	121
3.3.1	Обработка ППД плоских поверхностей деталей с волнистостью	121
3.3.2	Обработка ППД цилиндрических поверхностей деталей с отклонениями от круглости	125
3.4	Программное обеспечение расчёта динамических характеристик одноинденторных устройств ППД упругого действия	132

Глава 4	Параметрическая надёжность технологических систем чистовой обработки резанием и финишной обработки ППД инструментами из поликристаллических сверхтвёрдых материалов по геометрическим параметрам качества плоских поверхностей деталей	136
----------------	---	------------

4.1	Параметрическая надёжность технологической системы чистового торцевого фрезерования плоских поверхностей деталей	136
4.2	Параметрическая надёжность технологической системы алмазного выглаживания плоских поверхностей деталей из чугуна после чистового фрезерования	146
4.3	Параметрическая надёжность технологических систем по геометрическим параметрам качества при чистовой обработке цилиндрических поверхностей деталей машин поликристаллическими сверхтвёрдыми материалами	171

Глава 5	Принципы и средства технологического обеспечения заданных законов распределения параметров качества по обрабатываемой поверхности детали	190
----------------	---	------------

5.1	Анализ условий эксплуатации функциональных поверхностей трибоэлементов в типовых соединениях трения скольжения	191
-----	--	-----

5.2 Модель формирования качества поверхности и её эксплуатационных свойств в процессе обработки	196
5.3 Основные принципы и технологические методы обработки поверхностей деталей с закономерно изменяющимися параметрами качества поверхности на основе ОУО ППД	210
5.4 Управление параметрами качества поверхности детали в процессе обработки	219
 Глава 6 Технологическое обеспечение микрорельефов обработкой ППД программным способом (ПС) в технологических системах с компьютерными системами ЧПУ.....	240
6.1 Отличительные особенности и классификация микрорельефов, получаемых методом ППД ПС	240
6.2 Алгоритмические модели траектории движения инструмента при реализации микрорельефов методом ППД ПС	243
6.3 Компьютерное моделирование топографии поверхностей деталей, формируемых ОУО ППД программным способом	249
 Глава 7 Технологическое обеспечение триботехнических характеристик цилиндрических соединений трения скольжения комбинированной антифрикционной обработкой	259
 Заключение	277
Список использованной литературы	282

CONTENTS

Introduction	13
Chapter 1 Theoretical methodological fundamentals of parametric reliability definition of machining technological systems (TS) according to quality indices of parts surfaces	18
1.1 Parametric reliability of machinery machining technological systems according to surface quality indices and general diagram of its assessment	18
1.2 Peculiarities in models construction of quality parameter and operating properties formation of machine part surfaces during machining.....	25
1.3 Assessment of technological system parametric reliability through simulation method	37
1.4 Software for models construction of quality parameter formation in machine parts worked and TS parametric reliability definition	43
Chapter 2 Basic principles of technological system diagnostics (TSD) according to quality parameters of machine part surfaces worked	47
2.1 1 General procedure of metal-working technological system diagnostics by software method	47
2.2 Working of samples or pilot parts using TSD software method on NC milling machines	50
2.3 Metrological support of surface quality parameters control during technological system diagnostics	54
2.3.1 Change of geometrical parameters of machinery surfaces quality.....	54
2.3.2 Research of micro-topography and optical properties of surfaces worked	64
2.3.3 Software testing of surfaces during TSD according to relative wear-resistance	70
2.3.4 TS diagnostics based on computer stands	73
Chapter 3 Geometrical parameters formation of machine part surfaces quality by methods of finish-strengthening (FS) with surface plastic deformation (SPD) by one-indenter tools of elastic action taking into account working process dynamics	80
3.1 Dynamic models and frequency characteristics of FS SPD processes of machine parts with one-indenter tools of elastic action.....	80
3.1.1 Parts flat surfaces treatment with SPD at presence of initial corrugation	80
3.1.2 SPD treatment of cylindrical surfaces of parts having deviations from roundness	93
3.2. Impact dynamics research of SPD tool indenter of elastic action upon surfaces worked of machine parts	102
3.2.1 SPD treatment of parts flat surfaces with initial corrugation	102

3.2.2 SPD treatment of parts cylindrical surfaces with deviations from roundness	110
3.3 Technological stability of machinery surfaces finishing by methods of FS SPD with one-indenter devices of elastic action and criteria of its support	121
3.3.1 SPD treatment of parts flat surfaces with corrugation	121
3.3.2 SPD treatment of cylindrical surfaces of parts with deviations from roundness	125
3.4 Software for dynamic characteristics computation of one-indenter SPD devices of elastic action	132

Chapter 4 Parametric reliability of technological systems for finishing with cutting and finishing with SPD tools made of polycrystalline superhard materials according to geometric parameters of parts flat surfaces 136

4.1 Parametric reliability of technological system for finish face milling of parts flat surfaces	136
4.2 Parametric reliability of technological system for flat surface smoothing of cast iron parts after finish milling	146
4.3 Parametric reliability of technological systems according to quality geometrical parameters during machinery cylindrical surfaces finishing with polycrystalline superhard materials	171

Chapter 5 Principles and means for technological support of specified rules of quality parameters distribution on part surface worked 190

5.1 Analysis of operation conditions of triboelement functional surfaces in standard sliding friction joints	191
5.2 Model of quality formation of surface and its operation properties during machining	196
5.3 Basic principles and technological methods of parts surface machining with surface quality parameters changing regularly on basis of FS with SPD	210
5.4 Part surface quality parameters control during working	219

Chapter 6 Micro-relief technological support by SPD working with Software Method (SM) in technological systems with NC computer 240

6.1 Distinguishing peculiarities and classification of micro-reliefs obtained by SM of SPD	240
6.2 Algorithmic models of tool motion path at micro-relief realization by SM of SPD	243
6.3 Topography computer simulation of surfaces of parts formed by software method of FS with SPD	249

**Chapter 7 Technological support of sliding friction joint by combined
antifriction working 259**

Conclusion 277

References 282

ВВЕДЕНИЕ

В сфере машиностроительного производства широко развиваются новые направления обеспечения и повышения качества и надёжности продукции, в числе которых одну из важнейших ролей играет применение высокопроизводительных и эффективных технологий обработки поверхностей деталей машин. К таким технологиям в числе других относятся высокоскоростная обработка резанием и последующая отделочно-упрочняющая обработка (ОУО) поверхностным пластическим деформированием (ППД) инструментами из синтетических сверхтвёрдых материалов (СТМ).

Развитие этих направлений совершенствования производства обеспечивает высокие точность, качество поверхности и надёжность технологических систем, что обеспечивает высокое качество и надёжность продукции машиностроения.

Для того чтобы выполнить требования конструкторской документации при изготовлении деталей машин технолог должен обладать данными о возможности технологического обеспечения заданных показателей качества обрабатываемых функциональных поверхностей в соответствующих технологических системах (ТС) с максимальной или заданной надёжностью.

В определённых условиях может оказаться, что функционирующая ТС будет заведомо неработоспособной, если она не в состоянии обеспечить требуемую гамму параметров в заданных диапазонах их изменения с высокой вероятностью, т.е., чтобы обеспечить выпуск качественной и надёжной продукции ТС сама должна обладать высокой параметрической надёжностью.

В ГОСТ 27.004-85 регламентированы основные показатели надёжности технологических систем, включая вероятность выполнения технологической системой задания, то есть вероятность того, что объём выпуска технологической системой годной продукции и затраты на её изготовление за рассматриваемый интервал времени будут соответствовать требованиям нормативно-технической или конструкторской документации.

ГОСТ 27.202-83 регламентирует методы оценки надёжности ТС по критериям отказов по параметрам качества изготавливаемой продукции, по параметрам производительности, по параметрам затрачиваемых ресурсов.

Учитывая широкую номенклатуру параметров качества поверхностного слоя (ПКПС) деталей машин (микрогеометрия, волнистость, наклёп, остаточные напряжения и др.) и параметров их эксплуатационных свойств (ПЭС) (износостойкость, контактная жёсткость, усталостная прочность, коррозионная стойкость и др.), а также широкий спектр применяемых машиностроительных материалов при изготовлении деталей соединений и специфические особенности ТС обработки (жёсткость, параметры настройки, степень износа и др.), единых рекомендаций по надёжному обеспечению качества продукции практически дать невозможно.

В связи с этим возникает настоятельная необходимость развития и применения методов диагностики ТС (ДТС) по параметрической надёжности обес-

печения ПКПС и ПЭС обрабатываемых поверхностей деталей, базирующихся на современном теоретико-методологическом подходе её определения, который включает применение компьютеризированных испытательных стендов и систем, современных методов математической статистики, высокоточных средств измерения параметров качества поверхностей различной физической природы, их анализа и обработки на основе современных компьютерных технологий.

Анализ работ показал, что недостаточно исследовано влияние ряда сравнительно новых методов обработки на формирование параметров качества деталей машин из конструкционных материалов (сталь, чугун). К таким методам можно отнести высокоскоростные методы обработки (точение, фрезерование) с применением поликристаллических сверхтвёрдых материалов (СТМ), алмазное выглаживание и др.

В настоящее время на фоне широкого применения чугуна и конструкционных сталей при изготовлении деталей машин ощущается недостаточное количество математических моделей формирования параметров качества обрабатываемых поверхностей в зависимости от условий обработки (режимы, ПКПС после предварительной обработки и др.) в виде расчётных зависимостей для указанных методов обработки. Это значительно затрудняет технологическую подготовку производства с использованием современных высокоэффективных систем автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки поверхностей деталей.

При решении вопросов повышения качества деталей машин, улучшения эксплуатационных свойств поверхностей деталей весьма актуальны исследования возможностей технологических систем обработки резанием и последующего ППД поверхностей деталей с применением инструментов с СТМ.

Исследования по влиянию технологических методов обработки и их условий на качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин ведутся по двум направлениям:

- 1) определение непосредственной связи условий обработки с эксплуатационными свойствами;
- 2) технологическое обеспечение эксплуатационных свойств через управление параметрами состояния поверхностного слоя на стадии изготовления.

Первое направление является перспективным, но в настоящее время находится в стадии научных разработок в силу отсутствия соответствующих систем стандартизации и метрологического обеспечения контроля ПЭС, адаптированных к применению в производственных (цеховых) условиях. В связи с этим, в настоящее время превалирует второе направление, которое теоретически и практически получило большее развитие, благодаря работам известных учёных – представителей отечественных и зарубежных технологических школ.

Вышеизложенное определяет актуальность дальнейших исследований, посвящённых проблеме разработки теоретических основ и практических методов определения параметрической надёжности технологических систем по обеспечению заданных параметров качества обрабатываемых поверхностей деталей машин с регламентированной надёжностью.

Перспективные и определяющие направления этих исследований должны базироваться на решении следующих задач:

1) развитие теоретических основ определения параметрической надёжности технологических систем чистовой и финишной обработки по параметрам качества обрабатываемых поверхностей деталей с применением современных математических методов (например, методов имитационного моделирования);

2) дальнейшая разработка метрологического обеспечения экспериментальных исследований на основе современных метрологических систем, в том числе модернизированных отечественных систем измерений параметров качества поверхностей деталей на основе их компьютеризации.

3) исследование влияния динамических свойств устройств ППД упругого действия на формирование геометрических параметров качества при обработке плоских и цилиндрических поверхностей деталей машин, включая анализ технологической устойчивости процесса и разработку критериев её оценки с учётом технологических и конструктивных факторов;

4) разработка алгоритмов и программного обеспечения для построения имитационных физико-статистических моделей формирования параметров качества и эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин в процессе обработки и на их основе определение параметрической надёжности рассматриваемых ТС по обеспечению перечисленных параметров качества обрабатываемых поверхностей методом имитационного моделирования;

5) разработка классификации нестационарностей условий эксплуатации контактирующих поверхностей деталей в типовых соединениях трения скольжения в пространственной и временной областях и установке принципов и средств технологического обеспечения распределения параметров качества по обрабатываемой базовой поверхности детали, гарантирующие требуемые эксплуатационные свойства (в том числе – триботехнические) в соответствии с конкретными переменными условиями эксплуатации;

6) разработка перспективных технологических систем обработки поверхностей деталей машин, в том числе комбинированных, на основе применения высокопроизводительных процессов формообразования резанием, нанесением антифрикционных мягких прирабочных медесодержащих покрытий и ОУО ППД программным способом;

7) создание новых технологий обеспечения микрорельефов на обрабатываемых поверхностях деталей как средства повышения их триботехнических характеристик путём обработки ППД программным способом (ППДПС) в компьютеризированных ТС с ЧПУ на основе использования инструмента, оснащённого СТМ;

8) исследование параметрической надёжности ТС чистовой обработки и последующего алмазного выглаживания цилиндрических и плоских поверхностей деталей инструментами, оснащёнными ПСТМ, по обеспечению заданных триботехнических характеристик обрабатываемых поверхностей;

9) формирование баз данных по параметрической надёжности технологического обеспечения геометрических и триботехнических параметров качества

плоских и цилиндрических поверхностей деталей машин, обработанных чистовыми методами обработки (торцевое фрезерование, точение) и последующим ППД (алмазное выглаживание) (после возможной модификации обрабатываемой поверхности мягкими приработочными материалами (медь, латунь и др.)) инструментами, оснащёнными ПСТМ;

10) осуществление дальнейшей разработки и совершенствование программного метода диагностики технологических систем (в том числе мехатронных) (ДТС) по параметрам качества обрабатываемых поверхностей, включая: а) разработка архитектурной модели диагностики чистовых и финишных технологических систем обработки поверхностей деталей по параметрам качества и эксплуатационных свойств; б) разработку аппаратно-программных интерфейсов процессов ДТС.

В монографии представлены некоторые результаты разработки теоретических основ анализа и исследования параметрической надёжности технологических систем по обеспечению параметров качества обрабатываемых поверхностей деталей машин на примере чистовых и финишных методов обработки цилиндрических и плоских поверхностей деталей машин инструментами, оснащёнными сверхтвёрдыми синтетическими материалами.

Основные результаты исследований, изложенные в монографии, базируются на исследованиях в областях научных основ машиностроения (д. т. н., проф. А. П. Соколовский, д. т. н., проф. А. М. Дальский, д. т. н., проф. Э. В. Рыжов, д. т. н., проф. А. Г. Суслов и др.), физико-статистической теории формирования геометрических параметров поверхности (д. т. н., проф. И. В. Дунин–Барковский); теории технологической наследственности (д. т. н., проф. В. И. Аверченков, д. т. н., проф. Б. М. Базров, д. т. н., д. т. н., проф. В. Ю. Блюменштейн, проф. А. С. Васильев, д. т. н., проф. А. М. Дальский, д. т. н., проф. В. М. Смелянский, д. т. н., проф. А. Г. Суслов, д. т. н., проф. П. И. Ящерицын и др.), теоретических основ технологического обеспечения параметров состояния поверхностного слоя и эксплуатационных свойств деталей машин на стадии их изготовления (д. т. н., проф. В. Ф. Безъязычный, д. т. н., проф. А. М. Дальский, д. т. н., проф. Э. В. Рыжов, д. т. н., проф. А. Г. Суслов, д. т. н., проф. В. М. Смелянский, д. т. н., проф. В. П. Смоленцев и др.), теоретических и практических основ применения методов ППД (д. т. н., проф. П. Г. Алексеев, д. т. н., проф. А. П. Бабичев, д. т. н., проф. О. А. Горленко, д. т. н., проф. А. В. Киричек, д. т. н., проф. В. П. Кузнецов, д. т. н., проф. Д. Д. Папшев, д. т. н., проф. В. М. Смелянский, д. т. н., проф. А. Г. Суслов, д. т. н., д. т. н., проф. В. П. Федоров, проф. А. А. Хворостухин, д. т. н., проф. Ю. Г. Шнейдер и др.), теории и практики оценки надёжности технологических систем (д. т. н., проф. А. С. Проников, д. т. н., проф. В. К. Старков, д. т. н., проф. В. М. Труханов д. т. н., проф. В. П. Федоров и др.).

Автор надеется, что основы программного управления качеством поверхностей деталей в процессе обработки, изложенные в монографии, будут полезны инженерно-техническим работникам машиностроительной отрасли в области металлообработки, а также будут способствовать повышению уровня подго-

товки специалистов, магистрантов и аспирантов соответствующих направлений.

Автор не претендует на завершённость изложения рассматриваемых вопросов и надеется, что этот труд внесёт определённый вклад в дальнейшее решение проблемы повышения качества и параметрической надёжности ТС по обеспечению технологическими методами на основе чистовой и отделочно-упрочняющей обработки инструментами, оснащёнными СТМ.

Автор выражает признательность научному редактору, проректору по перспективному развитию ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» д. т. н., проф. А. В. Киричеку и рецензентам: заслуженному деятелю науки и техники РФ, профессору кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» д. т. н., проф. А. П. Бабичеву; зав. кафедрой «Технология машиностроения и прикладная механика» Камышинского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» д. т. н., проф. Я. Н. Отению за ряд ценных замечаний и пожеланий.

Автор также с благодарностью примет все замечания и пожелания по данной монографии, отправленные по электронному адресу: nagorkin@tu-bryansk.ru.

МОНОГРАФИЯ

Нагоркин Максим Николаевич

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЧИСТОВОЙ И ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ СВЕРХТВЁРДЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Под ред. А.В. Киричека

Корректор А.Ф. Симаков
Инженер по компьютерному макетированию Д.Е. Тарасов
Технический редактор Д.Е. Тарасов

ISBN 978-5-4442-0132-9

Сдано в набор 06.06.2017 г.
Подписано в печать 16.06.2017 г. Формат 60х88 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 19 Усл.-изд. л. 19
Тираж 500 экз. Заказ

Издательский дом «Спектр».
119048, Москва, ул. Усачева, д.35, стр. 1.
<http://www.idspektr.ru/> E-mail: idspektr@rambler.ru

Отпечатано в ООО «Издательский дом «Орлик»
302012, г. Орел, ул. 3-я Курская, д. 20.
Тел./факс (4862) 76-17-15, 54-15-48