

*А.С. Верещагина
А.П. Возняковский
Т.Ф. Григорьева
О.Н. Кириллов
А.М. Козлов
А.А. Козлов
В.А. Лиопо
А.В. Мандрыкин
Б.Я. Мокрицкий
А.В. Морозова
Е.В. Овчинников
В.А. Панайоти
Д.И. Петрешин
С.А. Попов
Д.А. Прушак
А.Ю. Рязанцев
О.В. Скрыгин
В.П. Смоленцев
В.А. Струк
С.Ю. Съянов
О.Н. Федонин
А.В. Хандожко
Е.И. Эйсымонт*

**ПРОГРЕССИВНЫЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ**

Том V

Редакционный совет

С.Г. Емельянов

Председатель редакционного совета

Ю.С. Степанов

Заместитель председателя редакционного совета

А.В. Киричек

Главный редактор

А.В. Морозова

Заместитель Главного редактора

Члены совета:

Агеев Е.В.

Албагачиев А.Ю.

Амбросимов С.К.

Афонин А.Н.

Бабичев А.П.

Барсуков Г.В.

Безъязычный В.Ф.

Белоусов А.И.

Бржозовский Б.М.

Бутенко В.И.

Васильев А.С.

Григорьев С.Н.

Гусев В.Г.

Давыдов В.М.

Евсеев Д.Г.

Еренков О.Ю.

Ермаков Ю.М.

Ивахненко А.Г.

Козлов А.М.

Колесников В.И.

Колесников К.С.

Мокрицкий Б.Я.

Мотренко П.Д.

Овсеенко А.Н.

Протасьев В.Б.

Савин Л.А.

Смоленцев В.П.

Соловьев Д.Л.

Суслов А.Г.

Тарапанов А.С.

Федонин О.Н.

Хандожко А.В.

Харламов Г.А.

Химухин С.Н.

Червяков Л.М.

Яцун С.Ф.

**А.С. ВЕРЕЩАГИНА
А.П. ВОЗНЯКОВСКИЙ
Т.Ф. ГРИГОРЬЕВА
О.Н. КИРИЛЛОВ
А.М. КОЗЛОВ
А.А. КОЗЛОВ
В.А. ЛИОПО
А.В. МАНДРЫКИН
Б.Я. МОКРИЦКИЙ
А.В. МОРОЗОВА
Е.В. ОВЧИННИКОВ
В.А. ПАНАЙОТИ**

**Д.И. ПЕТРЕШИН
С.А. ПОПОВ
Д.А. ПРУШАК
А.Ю. РЯЗАНЦЕВ
О.В. СКРЫГИН
В.П. СМОЛЕНЦЕВ
В.А. СТРУК
С.Ю. СЪЯНОВ
О.Н. ФЕДОНИН
А.В. ХАНДОЖКО
Е.И. ЭЙСЫМОНТ**

**ПРОГРЕССИВНЫЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,
ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ**

Том V



Москва, 2015

УДК 621.9
ББК 34.63
П.68

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А.И. Болдырев*
доктор технических наук, профессор *В.М. Козин*
доктор технических наук, профессор *А.В. Кузовкин*
доктор технических наук, профессор *В.А. Макаров*
доктор технических наук, профессор *А.Н. Прокофьев*
доктор технических наук, профессор *Г.А. Сухочев*

П.68 Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Том V. Коллективная монография. / А.С. Верещагина, А.П. Возняковский, Т.Ф. Григорьева, О.Н. Кириллов, А.М. Козлов, А.А. Козлов, В.А. Лиопо, А.В. Мандрыкин, Б.Я. Мокрицкий, А.В. Морозова, Е.В. Овчинников, В.А. Панайоти, Д.И. Петрешин, С.А. Попов, Д.А. Прушак, А.Ю. Рязанцев, О.В. Скрыгин, В.П. Смоленцев, В.А. Струк, С.Ю. Сьянов, О.Н. Федонин, А.В. Хандожко, Е.И. Эйсымонт; Под ред. А.В. Киричека. - М.: Издательский дом «Спектр», 2015. - 464 с. : ил.

ISBN 978-5-4442-0088-9

DOI 10.14489/4442-0088-9

В монографии рассматриваются актуальные вопросы проектирования технологических процессов и обеспечения качества бесконтактной комбинированной обработкой, диагностики и управления резанием посредством критериев нелинейной динамики, шлифование с применением твердых смазочных материалов, технологические методы повышения коррозионной стойкости. Предложены технологии: маркирования деталей с диэлектрическим покрытием, низкочастотной импульсной чистовой обработки деталей сложной пространственной формы. Приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований в области композиционных силикатсодержащих полимерных материалов. Рассмотрена проблема идентификации молодых специалистов с системой должностей современного машиностроительного предприятия в условиях внедрения профессиональных стандартов отрасли на основе базовой нейросетевой модели квалиметрии и типизации многопараметрических социальных объектов (на примере инженерно-технических кадров).

Монография ориентирована на научных работников, аспирантов, инженерно-технических работников, интересующихся вопросами разработки и внедрения в современное производство прогрессивных машиностроительных технологий, оборудования и инструментов.

УДК 621.9
ББК 34.63

ISBN 978-5-4442-0088-9

© Верещагина А.С., Возняковский А.П., Григорьева Т.Ф., Кириллов О.Н., Козлов А.М., Козлов А.А., Лиопо В.А., Мандрыкин А.В., Мокрицкий Б.Я., Морозова А.В., Овчинников Е.В., Панайоти В.А., Петрешин Д.И., Попов С.А., Прушак Д.А., Рязанцев А.Ю., Скрыгин О.В., Смоленцев В.П., Струк В.А., Сьянов С.Ю., Федонин О.Н., Хандожко А.В., Эйсымонт Е.И.; 2015

**A.S. VERESHCHAGINA
A.P. VOZNYAKOVSKY
T.F. GRIGORIEVA
O.N. KIRILLOV
A.M. KOZLOV
A.A. KOZLOV
V.A. LIOPO
A.V. MANDRYKIN
B.Ya. MOKRITSKY
A.V. MOROZOVA
E.V. OVCHINNIKOV
V.A. PANAIOTI**

**D.I. PETRESHIN
S.A. POPOV
D.A. PRUSHAK
A.Yu. RYAZANTSEV
O.V. SKRYGIN
V.P. SMOLENTSEV
V.A. STRUK
S.Yu. SIANOV
O.N. FEDONIN
A.V. KHANDOZHKO
E.I. EISYMONT**

**ADVANCED ENGINEERING
TECHNIQUES, EQUIPMENT AND TOOLS**

VOLUME V

Сведения об авторах:

Верещагина Александра Сергеевна

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Кандидат технических наук, доцент
Телефон: (4217)273696
E-mail: osa321@gmail.com

Возняковский Александр Петрович

ФГУП "НИИСК", г. Санкт-Петербург
Доктор химических наук, профессор
Ведущий научный сотрудник
Телефон: +7(812) 372-64-90
E-mail: vniisk@fgupniisk.ru

Григорьева Татьяна Федоровна

Учреждение Российской академии наук Институт
химии твердого тела и механохимии СО РАН,
г. Новосибирск
Доктор химических наук, профессор
Ведущий научный сотрудник лаборатории
химического материаловедения
Телефон: (383) 332-96-00
E-mail: grig@solid.nsc.ru

Кириллов Олег Николаевич

, г. Воронеж
Доктор технических наук, профессор

Козлов Александр Михайлович

Липецкий государственный технический
университет, г. Липецк
Доктор технических наук, профессор
Заведующий кафедрой

Козлов Андрей Александрович

Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж
Аспирант кафедры ТМ

Лиопо Валерий Александрович

УО «Гродненский государственный университет им.
Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь
Доктор физико-математических наук, профессор
Телефон: +375 152 77 10 92
E-mail: liopo@grsu.by

Мандрыкин Андрей Владимирович

Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж
Кандидат технических наук, доцент
ученый секретарь Ученого Совета ВГТУ
Телефон: (910) 2408210

Мокрицкий Борис Яковлевич

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Доктор технических наук, профессор
Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»
Телефон: (914) 175-75-62
E-mail: boris@knastu.ru

Морозова Анна Валентиновна

Кандидат социологических наук,
Международный научно-технический Центр
«Спектр-Альянс», г. Орел
Научный руководитель
Телефон: (4862) 55-86-02
E-mail: niotlostu@gmail.com

Authors' Data:

Alexandra Sergeevna Vereswhchagina

Can.Sc., Assistant Prof.
Komsomolsk-upon Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: (4217)273696
E-mail: osa321@gmail.com

Alexander Petrovich Voznvakovsky

D.Sc.Chem., Prof.,
Leading Research Assistant
FSUE "NIISK", Saint-Petersburg
Phone: +7(812) 372-64-90
E-mail: vniisk@fgupniisk.ru

Tatiana Fedorovna Grigogieva

D.Sc.Chem., Prof.,
Leading scientific assistant of the laboratory of chemical material
science
Russian Academy Institution, Institution of Solid Chemistry and
Mechano-Chemistry, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk
Phone: (383) 332-96-00
E-mail: grig@solid.nsc.ru

Oleg Nikolaievich Kirillov

D.Sc.Eng., Prof.
Voronezh State Technical University, Voronezh

Alexander Mikhailovich Kozlov

D.Sc.Eng., Prof, Head of the Dep.
Lipetsk State Technical University, Lipetsk

Andrey Alexandrovich Kozlov

Post graduate student of the Dep. ТМ
Voronezh State Technical University, Voronezh

Valery Alexandrovich Liopo

D.Sc.Physic-Math., Prof.
UI "Yanka Kupala State University of Grodno", Grodno, Belarus
Phone: +375 152 77 10 92
E-mail: liopo@grsu.by

Andrey Vladimirovich Mandrykin

Can.Sc.Eng., Assistant Prof., Academic Secretary of the
Academic Council of VSTU
Voronezh State Technical University, Voronezh
Phone: (910) 2408210

Boris Yakovlevich Mokritsky

D.Eng., Head of the Dep. "Engineering Techniques"
Komsomolsk-upon-Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: (914) 175-75-62
E-mail: boris@knastu.ru

Anna Valentinovna Morozova

Can.Sociol.
Scientific Manager
International Scientific-Technical Center "Spectrum-Alliance",
Orel
Phone: (4862) 55-86-02
E-mail: niotlostu@gmail.com

Овчинников Евгений Витальевич

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь
Кандидат технических наук, доцент
Телефон: : (152) 484421
E-mail: ovchin_1967@mail.ru

Панайоти Владимир Александрович

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва
Кандидат технических наук, доцент
Телефон: (495) 340 21 90
E-mail: lek00@mail.ru

Петрешин Дмитрий Иванович

Брянский государственный технический университет, г. Брянск
Доктор технических наук, доцент
Заведующий кафедрой
Телефон: (84832)57-50-07
E-mail: atsys@tu-bryansk.ru

Попов Сергей Александрович

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва
Кандидат технических наук, профессор

Прушак Дмитрий Александрович

ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», г. Солигорск, Республика Беларусь
Заместитель заведующего лабораторией разрушающего контроля
E-mail: ipr@sipr.by

Рязанцев Александр Юрьевич

Воронежский механический завод, г. Воронеж,
Заместитель главного технолога
Аспирант кафедры ТМ ВГТУ
Телефон (904) 2126560
E-mail: ryazantsev86@mail.ru

Скрыгин Олег Викторович

Воронежский механический завод, г. Воронеж,
Главный механик
Соискатель кафедры ТМ ВГТУ
Телефон (960) 1370222
E-mail: fgupvmz@mail.ru

Смоленцев Владислав Павлович

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж
Доктор технических наук, профессор
Телефон (903)655-99-70
E-mail: smol@comch.ru

Струк Василий Александрович

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь
Доктор технических наук, профессор
Главный научный сотрудник НИЧ
Телефон: +375 152 48 44 11
E-mail: struk@grsu.by

Yevgeny Vitalievich Ovchinnikov

Can.Eng., Assistant Prof., Deputy Dean of the Faculty “Innovation Techniques in Engineering”
UA”Yanka Kupala State University of Grodno”, Grodno, Belarus
Phone: (+375152) 484421
E-mail: ovchin_1967@mail.ru

Vladimir Alexandrovich Panavoty

Can.Sc.Eng., Assistant Prof.
Moscow State Instrument-Making & Informatics University, Moscow
Phone: (495) 340 21 90
E-mail: lek00@mail.ru

Dmitry Ivanovich Petreshin

D.Sc.Eng., Assistant Prof.
Head of the Dep.
Bryansk State Technical University, Bryansk
Phone: (84832)57-50-07
E-mail: atsys@tu-bryansk.ru

Sergey Alexandrovich Popov

Can.Sc.Eng., Prof.,
Moscow State Instrument-Making & Informatics University, Moscow

Dmitry Alexandrovich Prushak

Deputy Head of the Lab. of Destructive Control
Co. “Soligorsk Institute of Resource Economy with Model Shop”, Soligorsk, Belarus
E-mail: ipr@sipr.by

Alexander Yurievich Ryazantsev

Deputy production manager, post graduate student of the Dep. TM VSTU
Voronezh Mechanical Plant, Voronezh
Phone: (904) 2126560
E-mail: ryazantsev86@mail.ru

Oleg Viktorovich Skrygin

Plant engineer
Competitor for the Dep. TM VSTU
Voronezh Mechanical Plant, Voronezh
Phone: (960) 1370222
E-mail: fgupvmz@mail.ru

Vladislav Pavlovich Smolentsev

D.Eng., Prof.
Voronezh State Technical University, Voronezh
Phone: (903)655-99-70
E-mail: smol@comch.ru

Vasily Alexandrovich Struk

D.Sc.Eng., Prof.
Chief Scientific worker NIC
UA”Yanka Kupala State University of Grodno”, Grodno, Belarus
Phone: +375 152 48 44 11
E-mail: struk@grsu.by

Сьянов Сергей Юрьевич

Брянский государственный технический университет,
г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент
Директор учебно-научного технологического
института
Телефон: (84832)27-72-43
E-mail: SERG620@yandex.ru

Федонин Олег Николаевич

Брянский государственный технический университет,
г. Брянск
Доктор технических наук, профессор
Ректор
Телефон: (84832)97-31-63
E-mail: rector@tu-bryansk.ru

Хандожко Александр Владимирович

Брянский государственный технический университет,
г. Брянск
Доктор технических наук, доцент
Заведующий кафедрой
Телефон: (84832)41-77-45
E-mail: chandosh@yandex.ru

Эйсымонт Евгения Ивановна

УО «Гродненский государственный университет им.
Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь
Преподаватель
Телефон: (152) 484421
E-mail: gffh@mail.ru

Sergev Yurievich Sianov

Can.Sc.Eng., Assistant Prof., Director of Educational-Scientific
Institute
Bryansk State technical University, Bryansk
Phone: (84832)27-72-43
E-mail: SERG620@yandex.ru

Oleg Nikolavevich Fedonin

D.Sc.Eng, Prof.,
Rector
Bryansk State Technical University, Byansk
Phone: (84832)97-31-63
E-mail: rector@tu-bryansk.ru

Alexander Vladimirovich Khandozhko

D.Sc.Eng., Assistant Prof., Head of the Dep.,
Bryansk State Technical University, Byansk
Phone: (84832)41-77-45
E-mail: chandosh@yandex.ru

Yevgenia Ivanovna Eisymont

Lecturer
EI “Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus
Phone: (152) 484421
E-mail: gffh@mail.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	18
Раздел 1 Композиционные силикатсодержащие полимерные материалы (<i>В.А. Лиопо, В.А. Струк, Т.Ф. Григорьева, А.П. Возняковский, Е.В. Овчинников, Е.И. Эйсымонт, Д.А. Прушак</i>)	33
1.1 Тонкое строение нанодисперсных механоактивированных частиц оксидов металлов и их зарядовая активность в зависимости от кристаллического строения, способа получения и активации	34
1.2 Зарядовая активность нанодисперсных механоактивированных частиц	43
1.3 Реологические характеристики нанокпозиционных материалов на базе термопластичных полимеров	57
1.4 Взаимосвязь между габитусом и зарядовой активностью механоактивированной наночастицы	65
1.5 Особенности структурного упорядочения аморфных участков полимерных композиционных материалов при введении механоактивированных оксидных частиц различного строения и способа получения	76
1.6 Зарядовая активность термопластичных материалов, модифицированных нанодисперсными частицами	97
1.7 Влияние смесей механоактивированных наночастиц различного строения на структуру и свойства малонаполненных композитов	104
1.8 Составы нанокпозитивов на основе конструкционных термопластов и изготовление их экспериментальных партий	111
1.9 Физико-механические характеристики термопластичных материалов, модифицированных нанодисперсными механоактивированными частицами	122
1.10 Применение функциональных механоактивированных нанокпозиционных материалов в машиностроении	129
Раздел 2 Проектирование технологических процессов и обеспечение качества бесконтактной комбинированной обработкой (<i>В.П. Смоленцев, О.В. Скрыгин, А.В. Мандрыкин</i>).....	145
2.1 Механизм формообразования поверхностей при электрофизических и электрохимических методах обработки	146
2.2 Управление изменением геометрии каналов электрохимическим методом	148
2.3 Применение метода траекторных преобразователей для создания управляющих программ	149

2.4 Место траекторных преобразователей при создании средств управления процессами с наложением электрического поля	151
2.5 Проектирование цифрового прототипа мелко модульного долбяка для условий гибкоструктурного производства и создание управляющих программ для электроэрозионной обработки (ЭЭО) эвольвентного профиля.....	153
2.6 Автоматизация технологических процессов изготовления профиля зуба мелко модульных твердосплавных долбяков в гибкоструктурном производстве	160
2.7 Особенности проектирования программ для обработки прецизионных эвольвентных профилей в твердосплавных заготовках с малой длиной рабочих участков	164
2.8 Проектирование управляющих программ для корпусных деталей инструмента	169
2.9 Программирование обработки сопрягаемых элементов "твердый сплав - сталь" с обеспечением качественного сопряжения при сборке	172
2.10 Обоснование выбора линий связи "цифровой прототип - программа - станок" и способов хранения информации при периодическом использовании управляющих программ	173
2.11 Особенности построения гибких технологических процессов на базе комбинированных методов обработки	175
Раздел 3 Диагностика и управление процессом резания на основе критериев нелинейной динамики (А.С. Верещагина, Б.Я. Мокрицкий) .	180
3.1 Анализ состояния проблемы: методы диагностики выходных параметров процесса резания	180
3.2 Анализ результатов экспериментальных исследований устойчивости динамической системы при токарной обработке	185
3.2.1 Описание экспериментальной установки	185
3.2.2 Методика проведения экспериментов	187
3.2.3 Анализ экспериментальных данных	188
3.2.3.1 Зависимость фрактальной размерности аттрактора сигнала виброакустической эмиссии от условий обработки	188
3.2.3.2 Информационная энтропия аттрактора сигнала виброакустической эмиссии	192
3.2.3.3 Зависимость показателя Ляпунова сигнала виброакустической эмиссии от скорости резания	194
3.2.3.4 Зависимость фрактальной размерности шероховатости поверхности от скорости резания	195
3.2.3.5 Зависимость информационной энтропии шероховатости поверхности от скорости резания	197

3.2.3.6 Влияние шероховатости поверхности и износа режущей пластины на масштаб и вид аттрактора	199
3.3 Повышение устойчивости процесса механообработки на основе подходов нелинейной динамики	201
3.3.1 Методологические основы диагностики выходных параметров процесса резания	201
3.3.2 Диагностика динамики процесса резания при износе инструмента ..	203
3.3.3 Управление качеством обработанной поверхности на основе нелинейной динамики	209
3.4 Анализ результатов экспериментальных исследований устойчивости динамической системы при зубофрезеровании	211
3.4.1 Исследование влияния динамических аспектов упругой системы станка на неустойчивость процесса нагружения и износа инструмента ...	212
Раздел 4 Исследование процесса шлифования с нанесением твердых смазочных материалов (ТСМ) (С.А. Попов, В.А. Панайоти).	228
4.1 Выбор эффективного состава ТСМ и разработка технологии смазывания круга	229
4.1.1. Выбор компонентов ТСМ	229
4.1.2 Составы ТСМ	231
4.1.3 Влияние концентрации компонентов	234
4.1.4 Технология смазывания круга	236
4.2 Влияние ТСМ на показатели процесса шлифования	240
4.2.1 Оценка смазывающей способности ТСМ	240
4.2.2 Износ круга из эльбора	246
4.2.3 Тепловой режим при шлифовании с ТСМ	250
4.3 Влияние том на показатели качества обработанной поверхности	254
4.3.1 Шероховатость поверхности	254
4.3.2 Микроструктура и микротвердость	256
4.3.3 Фазовый состав	258
4.4 Рекомендации по применению ТСМ	259
4.4.1 Обобщенные зависимости показателей процесса шлифования	259
4.4.2 Выбор режимов и характеристик кругов	260
4.4.3 Приспособления для смазывания круга	261
Раздел 5 Технология низкочастотной импульсной чистовой обработки деталей пространственной формы (В.П. Смоленцев, О.Н. Кириллов, А.Ю. Рязанцев)	265
5.1 Выравнивание остаточных напряжений электромагнитными низкочастотными импульсами	266
5.2 Особенности проектирования технологических режимов и техпроцессов	270

5.3 Особенности обработки крупногабаритных деталей	272
5.4 Обеспечение эксплуатационных свойств поверхностного слоя при импульсном воздействии	275
5.5 Контактное формирование наклепа на металлических деталях непрофилированным токопроводящим электродом-щеткой	282
5.6 Конструктивные особенности электродов-щеток	285
5.7 Влияние режимов чистовой низкочастотной импульсной обработки и геометрии электрода-инструмента на качество поверхностного слоя	293
5.8 Виброударное низкочастотное упрочнение	299

Раздел 6 Технологические методы повышения коррозионной стойкости материалов (О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, А.В. Хандожко, С.Ю. Сьянов).....	303
6.1 Коррозионная стойкость изделий машиностроения	303
6.2 Факторы, определяющие коррозионную стойкость деталей	309
6.3 Влияние режимов механической обработки на коррозионную стойкость деталей	316
6.4 Механизм формирования коррозионной стойкости деталей при механической обработке	317
6.5 Зависимость скорости коррозии деталей от качества поверхностного слоя	321
6.6 Механизм коррозионного процесса при механической обработке	337
6.7 Исследования скорости коррозии при механической обработке	347
6.8 Оценка скорости коррозии образцов из различных материалов и ее влияния на долговечность изделий	352
6.9 Технологические методы повышения коррозионной стойкости изделий	354
6.10 Повышение коррозионной стойкости изделий ингибиторами коррозии	364
6.11 Нанесение лакокрасочных и полимерных покрытий для повышения коррозионной стойкости изделий	366
6.12 Применение металлических покрытий для повышения коррозионной стойкости изделий	367
6.13 Конструкторско-технологическое обеспечение коррозионной стойкости изделий	370

Раздел 7 Базовая нейросетевая модель квалиметрии и типизации многопараметрических социальных объектов (А.В. Морозова)	378
7.1 Нейросетевая квалиметрико-компетентностная типизация инженерно-технических кадров различными субъектами социально-профессионального пространства	379

7.2 Специфика применения нейросетевых моделей при решении задач типизации многопараметрических социальных объектов	385
7.3 Формирования нейронной сети для квалиметрико-компетентностной типизации многопараметрических социальных объектов (на примере молодых специалистов технического профиля)	390
7.4 Методика идентификации многопараметрического социального объекта с определенной социальной группой на основе нейросетевой модели квалиметрии и типизации (на примере инженерно-технических кадров для машиностроения)	394
Раздел 8 Технология маркирования деталей с диэлектрическим покрытием (А.А. Козлов, В.П. Смоленцев, А.М. Козлов).....	419
8.1. Маркирование изделий с покрытиями.....	420
8.2 Новые способы и устройства для нанесения информации	425
8.3 Формирование контура штрихов	427
8.4 Режимы маркирования	432
8.5 Механизм получения знаков на деталях с диэлектрическим покрытием	434
8.6 Формирование индексов в многослойных деталях с диэлектрическим покрытием	436
8.7 Обоснование предельной высоты и глубины знаков	442
8.8 Оборудование для нанесения информации на детали с диэлектрическим покрытием	446
8.9 Проектирование технологических процессов маркирования	450

Contents

Preface.....	18
Part 1 Composite Silicate Containing Polymeric Materials (<i>V.A.Liopo, V.A. Struk, T.F. Grigorieva, A.P.Voznyakovsky, E.V. Ovchinnikov, E.I.Eisymont, D.A. Prushak</i>)	33
1.1 Fine Structure of Nano-dispersed Mechano-activated Particles of Metal Oxides and Their Charge Activity Depending on Crystalline Structure, Method of Obtaining and Activation	34
1.2 Charge Activity of Nano-dispersed Mechano-activated Particles	43
1.3 Rheological Characteristics of Nano-composite Materials on basis of Thermoplastic Polymers	57
1.4 Interconnection between Habitus and Charge Activity of Mechano-activated Nano-particle	65
1.5 Structural Regulating Peculiarities in Amorphous Areas of Polymeric Composite Materials at Introduction of Mechano-activated Oxide Particles with Different Structures and Means of Obtaining	76
1.6 Charge Activity of Thermoplastic Materials Modified with Nano-dispersed Particles	97
1.7 Impact of Mechano-activated Nano-particles Mixtures of Different Structure upon Structure and Properties of Low-charged Composites	104
1.8 Nano-composites Composition on Basis of Structural Thermoplastics and Manufacturing Their Pilot Lots	111
1.9 Physico-mechanical Characteristics of Thermoplastic Materials Modified with Nano-dispersed Mechano-activated Particles	122
1.10 Application of Functional Mechano-activated Nano-composite Materials in Mechanical Engineering	129
Part 2 Technological Processes Designing and Ensuring Quality with Contactless Combined Processing (<i>V.P. Smolentsev, O.V. Skrygin, A.V. Mandrykin</i>)	145
2.1 Surfaces Shaping Mechanism at Electrophysical and Electrophysical Processing Methods	146
2.2 Control of Channels Geometry Changes with Electrochemical Method	148
2.3 Application of Trajectory Transformers Method for Computer Programs Formation	149
2.4 Trajectory Transformers Place at Creation of Processes Control Means with Electric Field Imposition	151
2.5 Designing Digital Prototype of Fine-module Ram for Conditions of Flexible Structural Manufacturing and Computer Programs Creation for Electro-erosion Machining (EEM) Involute Profile	153

2.6 Technological Processes Automation for Manufacturing Cog Profile of Fine-module Hardmetal Rams in Flexible Structural Manufacturing	160
2.7 Peculiarities in Designing Programs for Machining Precision Involute Profiles in Hardmetal Billets with Small Length of Operation Areas	164
2.8 Computer Programs Designing for Tool Basic Parts	169
2.9 Programming “Hard Metal - Steel” Mating Parts Machining with Ensuring Qualitative Mating while Assembling	172
2.10 Choice Substantiation for Connection Sequence “Digital Prototype-Program-Machine” and Means of Information Storage at Periodic Application of Computer Control Programs	173
2.11 Peculiarities of Flexible Technological Processes Formation on Basis of Combined Methods of Machining	175
Diagnostics and Control of Cutting Processes on Basis of Nonlinear Dynamics Criteria (A.S. Vereshchagina, B.Ya. Mokritsky).....	180
3.1 Analysis of Problem State: Methods of Diagnostics for Cutting Output Parameters	180
3.2 Analysis of Test Researches Results on Dynamic System Stability at Turning	185
3.2.1 Test Installation Description	185
3.2.2 Procedure for Experiments Realization	187
3.2.3 Experimental Data Analysis	188
3.2.3.1 Dependence of Fractal Dimension in Vibro-acoustic Emission Attractor Signal upon Processing Conditions	188
3.2.3.2 Information Entropy of Vibro-acoustic Emission Attractor Signal	192
3.2.3.3 Dependence of Lyapunov’s Index of Vibro-acoustic Emission Signal upon Cutting Speed	194
3.2.3.4 Dependence of Fractal Dimension in Surface Roughness upon Cutting Speed	195
3.2.3.5 Dependence of Information Entropy of Surface Roughness upon Cutting Speed	197
3.2.3.6 Influence of Surface Roughness and Cutting Plate Wear upon Scale and Attractor kind	199
3.3 Machining Stability Increase on Basis of Nonlinear Dynamics Approaches	201
3.3.1 Methodological Fundamentals for Diagnostics of Cutting Output Parameters	201
3.3.2 Cutting Dynamics Diagnostics at Tool Wear	203
3.3.3 Machined Surface Quality Control on Basis of Nonlinear Dynamics	209
3.4 Results Analysis in Experimental Researches of Dynamic System Stability at gear Milling	211

3.4.1 Investigation of the influence of the dynamic aspects of the elastic system of the machine on the instability of the loading process and tool wear...	212
---	-----

Part 4 Research of Grinding Process with Solid Lubricant (SL) Coating
(*S.A. Popov, V.A.Panaioti*) 228

4.1 Choice of Effective SL Composition and Development of Disk Lubrication Techniques	229
4.1.1 Choice of SL Components	229
4.1.2. SL Compositions	231
4.1.3. Components Concentrations Effect	234
4. 1.4. Techniques of Disk Lubrication	236
4.2 SL Effect on Grinding Indices	240
4.2.1. Estimate of SL Lubricity	240
4.2.2 Elbur Disk Wear	246
4.2.3 Thermal Conditions at Grinding with SL	250
4.3 SL Effect on Surface Machined Quality	254
4.3.1 Surface Roughness	254
4.3.2 Microstructure and Microhardness	256
4.3.3 Phase Composition	258
4. 4 Recommendations for SL Application	259
4. 4.1 Generalized Dependences of Grinding Process Indices	259
4.4.2 Choice of Modes and Characteristics of Disks	260
4.4.3 Devices for Disk Lubrication	261

Part 5 Techniques of Low-frequency Pulse Finishing Parts with Space Form
(*V.P. Smolentsev, O.N. Kirillov, A.Yu. Ryazantsev*) 265

5.1 Residual Stress Balancing with Electromagnetic Low-frequency Pulses	266
5.2 Peculiarities in Designing Operating Practices and Engineering Procedures	270
5.3 Peculiarities in Large-sized Parts Machining	272
5.4 Assurance of Performance Attributes in Surface Layer at Pulse Action	275
5.5 Cold-hardening Contact Formation on Metal Parts with Non-profiled Conducting Brush-electrode	282
5.6 Design Features of Brush-electrodes	285
5.7 Effect of Low-frequency Pulse Finishing Modes and Electrode-tool Geometry on Surface Layer Quality	293
5.8 Vibroimpact Low-frequency Strengthening	299

Part 6 Technological Methods for Increase of Materials Corrosion-Resistance
(*O.N. Fedonin, D.I. Petreshin, A.V. Khandozhko, S.Yu. Sianov*).... 303

6.1 Corrosion Resistance Engineering Articles	303
6.2 Factors Defining Parts Corrosion Resistance	309
6.3 Machining Modes Effect on Parts Corrosion Resistance	316

6.4 Mechanism of Parts Corrosion Resistance at Machining	317
6.5 Dependence of Parts Corrosion Speed on Surface Layer Quality	321
6.6 Corrosion Process Mechanism at Machining	337
6.7 Researches of Corrosion Speed at Machining	347
6.8 Estimate of Corrosion Speed in Samples Made of Various Materials and Its Effect on Products Life	352
6.9 Technological Methods for Products Corrosion Resistance Increase	354
6.10 Corrosion Resistance Increase in Products with Inhibitors	364
6.11 Lacquer and Polymeric Coating for Increase of Corrosion Resistance in Products	366
6.12 Application of Metallic Coatings to Increase Corrosion Resistance in Products	367
6.13 Design-Technological Support of Products Corrosion Resistance	370
Part 7 Basic Neuronet Model of Quality Metering and Typification of Multiparametric Social Objects (A.V. Morozova)	378
7.1 Neuronet Quality Metering Competence Typification of Technical and Engineering Personnel by Different Subjects of Social-Professional Area	379
7.2 Specificity of Neuronet Models Application at Solution of Problems of Multiparametric Social Objects Typification	385
7.3 Formation of Neuronet for Quality Metering Competence Typification of Multiparametric Social Objects (by Example of Young Engineering Experts) .	390
7.4 Identification Procedure of Multiparametric Social Object with Certain Social Group on Basis of Neuronet Model of Quality Metering and Typification (by Example of Technical and Engineering Personnel for Mechanical Engineering)	394
Part 8 Techniques of Marking Parts with Dielectric Coating (A.A.Kozlov, V.P. Smolentsev, A.M. Kozlov).....	419
8.1 Coated Products Marking	420
8.2 New Methods and Devices for Information Marking	425
8.3 Formation of Stroke Contour	427
8.4 Marking Modes	432
8.5 Mechanism for Signs Formation on Parts with Dielectric Coating	434
8.6 Indices Formation in Multilayer Parts with Dielectric Coating	436
8.7 Substantiation of Limit Height and Depth for Signs	442
8.8 Equipment for Information Marking on Parts with Dielectric Coating	446
8.9 Marking Techniques Processes Designing	450

КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ

**Верещагина Александра Сергеевна
Возняковский Александр Петрович
Григорьева Татьяна Федоровна
Кириллов Олег Николаевич
Козлов Александр Михайлович
Козлов Андрей Александрович
Лиопо Валерий Александрович
Мандрыкин Андрей Владимирович
Мокрицкий Борис Яковлевич
Морозова Анна Валентиновна
Овчинников Евгений Витальевич
Панайоти Владимир Александрович
Петрешин Дмитрий Иванович
Попов Сергей Александрович
Прушак Дмитрий Александрович
Рязанцев Александр Юрьевич
Скрыгин Олег Викторович
Смоленцев Владислав Павлович
Струк Василий Александрович
Сьянов Сергей Юрьевич
Федонин Олег Николаевич
Хандожко Александр Владимирович
Эйсымонт Евгения Ивановна**

Под ред. А.В. Киричека

ПРОГРЕССИВНЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ Том V

Корректор М.В. Алисова

Инженер по компьютерному макетированию А.А. Алисов

Технический редактор Д.Е. Тарасов

Сдано в набор 16.01.2015 г.

Подписано в печать 20.01.2015 г. Формат 60x88 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 29 Усл.-изд. л. 29

Тираж 500 экз. Заказ

Издательский дом «Спектр».

119048, Москва, ул. Усачева, д.35, стр. 1.

<http://www.idspektr.ru/>

E-mail: idspektr@rambler.ru

ISBN 978-5-4442-0087-2



9 785444 200872

Отпечатано в ООО «Издательский дом «Орлик»

302004, г. Орел, ул. 3-я Курская, д. 20.

Тел./факс (4862) 76-17-15, 54-15-48