*В.В. Алтухова
В.Ю. Анцев
П.В. Витчук
Е.В. Гончаров
А.В. Киричек
А.А. Клименченко
И.Т. Коптев
В.И. Котуков
И.Е. Лобанов
Б.Я. Мокрицкий
А.В. Морозова
А.И. Портных
М.Ю. Сарилов
С.В. Сафонов
В.П. Смоленцев
Е.В. Смоленцев
В.А. Соловьев
А.В. Ступин
А.О. Чуприков
А.А. Шубин*

**ПРОГРЕССИВНЫЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ**

Том III

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.

**В.В. АЛТУХОВА
В.Ю. АНЦЕВ
П.В. ВИТЧУК
Е.В. ГОНЧАРОВ
А.В. КИРИЧЕК
А.А. КЛИМЕНЧЕНКОВ
И.Т. КОПТЕВ
В.И. КОТУКОВ
И.Е. ЛОБАНОВ
Б.Я. МОКРИЦКИЙ**

**А.В. МОРОЗОВА
А.И. ПОРТНЫХ
М.Ю. САРИЛОВ
С.В. САФОНОВ
В.П. СМОЛЕНЦЕВ
Е.В. СМОЛЕНЦЕВ
В.А. СОЛОВЬЕВ
А.В. СТУПИН
А.О. ЧУПРИКОВ
А.А. ШУБИН**

ПРОГРЕССИВНЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ

Том III

Москва, 2014

УДК 621.9
ББК 34.63
П.68

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А.И. Болдырев*
доктор технических наук, профессор *Н.В. Парамонов*
доктор технических наук, профессор *В.Н. Сидоров*
доктор технических наук, профессор *А.В. Кузовкин*
доктор технических наук, профессор *Г.А. Сухочев*
доктор технических наук, профессор *В.В. Черномас*
доктор технических наук, профессор *А.С. Ямников*

П.68 Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Том III. Коллективная монография. / В.В. Алтухова, В.Ю. Анцев, П.В. Витчук, Е.В. Гончаров, А.В. Киричек, А.А. Клименченков, И.Т. Коптев, В.И. Котуков, И.Е. Лобанов, Б.Я. Мокрицкий, А.В. Морозова, А.И. Портных, М.Ю. Сарилов, С.В. Сафонов, В.П. Смоленцев, Е.В. Смоленцев, В.А. Соловьев, А.В. Ступин, А.О. Чуприков, А.А. Шубин; Под ред. А.В. Киричека. - М.: Издательский дом «Спектр», 2014. - 416 с. : ил.

ISBN 978-5-4442-0085-8

ISBN 978-5-4442-0086-5 (Том III)

DOI 10.14489/4442-0086-5

В монографии приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований, рассматриваются актуальные вопросы управления качеством машиностроительных изделий на этапах проектирования и изготовления, в том числе повышения эксплуатационных свойств канатоведущих шкивов, повышения эксплуатационных характеристик деталей модификацией поверхностного слоя. Предложена обобщённая аналитическая теория квазистационарного намораживания на сферической поверхности (квазистационарная задача Стефана), результаты компьютерного моделирования погрешностей обработки тонкостенных сварных корпусов в трехкулачковых патронах. Рассмотрена технология маркирования деталей с диэлектрическим покрытием, способ комбинированного разделения заготовок гидроабразивным методом, метод безабразивной доводки сопрягаемых поверхностей. 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 978-5-4442-0085-8

ISBN 978-5-4442-0086-5 (Том III)

© Алтухова В.В., Анцев В.Ю., Витчук П.В., Гончаров Е.В., Киричек А.В., Клименченков А.А., Коптев И.Т., Котуков В.И., Лобанов И.Е., Мокрицкий Б.Я., Морозова А.В., Портных А.И., Сарилов М.Ю., Сафонов С.В., Смоленцев В.П., Смоленцев Е.В., Соловьев В.А., Ступин А.В., Чуприков А.О., Шубин А.А.; 2014

**V.V. ALTUKHOVA
V. Yu. ANTSEV
P.V. VITCHUK
E.V. GONCHAROV
A.V. KIRICHEK
A.A. KLIMENCHENKOV
I.T. KOPTEV
V.I. KOTUKOV
I.E. LOBANOV
B.Ya. MOKRITSKY**

**A.V. MOROZOVA
A.I. PORTNYKH
M.Yu. SARILOV
S.V. SAFONOV
V.P. SMOLENTSEV
E.V. SMOLENTSEV
V.A. SOLOVYEV
A.V. STUPIN
A.O. CHUPRIKOV
A.A. SHUBIN**

ADVANCED ENGINEERING TECHNIQUES, EQUIPMENT AND TOOLS

VOLUME III

Сведения об авторах:

Алтухова Виктория Викторовна

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Старший преподаватель
Телефон: 8-914-547-13-11
E-mail: zhizn\~vita@bk.ru

Анцев Виталий Юрьевич

Тульский государственный университет, г. Тула
Доктор технических наук, профессор
Заведующий кафедрой
Телефон: (4872) 75-31-29
E-mail: anzev@tsu.tula.ru

Витчук Павел Владимирович

Калужский филиал ФГБОУ ВПО Московский
государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Калуга
Кандидат технических наук, доцент
Телефон: (4842) 22-58-94
E-mail: zzzVentor@ya.ru

Гончаров Евгений Владимирович

Конструкторское бюро химавтоматики, г. Воронеж
Ведущий технолог
Тел: (905)655-76-21
E-mail: gonevg@yandex.ru

Киричек Андрей Викторович

Юго-Западный государственный университет,
г. Курск
Доктор технических наук, профессор
Проректор по НР
Телефон: (4712) 50-48-14
E-mail: avkswsu@mail.ru

Клименченков Алексей Александрович

ООО Научно-Производственное Объединение
"Нефтегаздеталь", г. Воронеж
Генеральный директор
Телефон: 473-239-29-72

Коптев Иван Тихонович

Воронежский механический завод, г. Воронеж,
Генеральный директор
Кандидат технических наук, доцент
Телефон (473) 234-82-32
E-mail: fgupvmz@mail.ru

Котуков Василий Иванович

Воронежский механический завод, г. Воронеж
Главный экономист
Телефон (909)210-82-55

Лобанов Игорь Евгеньевич

Московский Авиационный Институт, г. Москва
Доктор технических наук
Ведущий научный сотрудник
Телефон: (905) 5896006
E-mail: lloobbaannooff@live.ru

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

Authors' Data:

Viktoria Viktorovna Altukhova

Senior lecturer
Komsomolsk-upon-Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: 8-914-547-13-11
E-mail: zhizn\~vita@bk.ru

Vitaly Yurjevich Antsev

D.Eng., Prof.
Head of the Dep.
Tula State University, Tula
Phone: : (4872) 75-31-29
E-mail: anzev@tsu.tula.ru

Pavel Vladimirovich Vitshuk

Can. Eng., Assistant Prof.
Kaluga Branch of FSBEI of HVT Bauman State Technical
University of Moscow, Kaluga
Phone: (4842) 22-58-94
E-mail: zzzVentor@ya.ru

Yevgeny Vladimirovich Goncharov

Chief technologist
Design office for chem.automation
Phone: (905)655-76-21
E-mail: gonevg@yandex.ru

Andrey Viktorovich Kirichek

D.Eng., Prof.
Pro-Rector for Scientific Work
South-Western State University, Kursk
Phone: (4712) 50-48-14
E-mail: avkswsu@mail.ru

Alexey Alexandrovich Klimchenkov

Director General
Joint-Stock Co. Scientific Production Association
"Neftegazdetal", Voronezh
Phone: 473-239-29-72

Ivan Tikhonovich Koptev

Can.Eng., Assistant Prof.
Director General
Voronezh Mechanical Plant, Voronezh
Phone: (473) 234-82-32
E-mail: fgupvmz@mail.ru

Vasily Ivanovich Kotukov

Chief Economist
Voronezh Mechanical Plant, Voronezh
Phone: (909)210-82-55

Igor Yevgenievich Lobanov

D.Eng., Leading Research Officer
Moscow Aircraft Institute, Moscow
Phone: (905) 5896006
E-mail: lloobbaannooff@live.ru

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

Морозова Анна Валентиновна

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

Портных Александр Иванович

Воронежский механический завод, г. Воронеж
Главный сварщик

Сарилов Михаил Юрьевич

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Доктор технических наук, доцент
Заведующий кафедрой «Машины и аппараты
химических производств»
Телефон (914) 172-45-25

Сафонов Сергей Владимирович

Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж
Кандидат педагогических наук, профессор

Смоленцев Владислав Павлович

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

Смоленцев Евгений Владиславович

Воронежский государственный технический
университет, г. Воронеж
Доктор технических наук, профессор
Телефон: (910) 7464075
E-mail: Smolentsev.rabota@gmail.com

Соловьёв Вячеслав Алексеевич

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Заведующий кафедрой «Электропривод
промышленных установок»
Телефон: (962) 286-96-31

Ступин Александр Валерьевич

Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре
Кандидат технических наук, доцент
Телефон: (914) 172-20-55
E-mail: Stupin-1959@mail.ru

Чуприков Артём Олегович

Тульский оружейный завод, г. Тула
Кандидат технических наук,
Начальник отдела
Телефон: (910) 945-75-47

Шубин Александр Анатольевич

Калужский филиал ФГБОУ ВПО Московский
государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Калуга
Кандидат технических наук
Заведующий кафедрой
Телефон (953) 321-00-88
E-mail: shubin55@mail.ru

Anna Valentinovna Morozova

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

Alexander Ivanovich Portnykh

Chief welder
Voronezh Mechanical Plant, Voronezh

Mikhail Yurievich Sarilov

D.Eng., Assistant Prof., Head of the Dep." Machinery and
Apparatus in Chemical Production"
Komsomolsk-upon-Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: (914) 172-45-25

Sergey Vladimirovich Safonov

Can.Eng., Prof.
Voronezh State Technical University, Voronezh

Vladislav Pavlovich Smolentsev

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

Yevgeny Vladislavovich Smolentsev

D.Eng., Prof
Voronezh State Technical University, Voronezh
Phone: (910) 7464075
E-mail: Smolentsev.rabota@gmail.com

Vyacheslav Alexeevich Soloviyov

Head of the Dep. "Electric Drive of Industrial Installations"
Komsomolsk-upon-Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: (962) 286-96-31

Alexander Valerievich Stupin

Can.Eng., Assistant Prof.
Komsomolsk-upon-Amur State Technical University,
Komsomolsk-upon-Amur
Phone: : (914) 172-20-55
E-mail: Stupin-1959@mail.ru

Artvom Olegovich Chuprikov

Can.Eng., Chief of the Dep.
Tula Armory Plant, Tula
Phone: (910) 945-75-47

Alexander Anatolievich Shubin

Can.Eng., Head of the Dep.
Kaluga Branch of FSBEI of HVT Bauman State Technical
University of Moscow, Kaluga
Phone: (953) 321-00-88
E-mail: shubin55@mail.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	15
Раздел 1 Управление качеством машиностроительных изделий на этапах его проектирования (Б.Я. Мокрицкий, А.В. Ступин, В.В. Алтухова, В.А. Соловьев, М.Ю. Сарилов, А.В. Морозова, А.В. Киричек)	19
1.1 Определения, обозначения и сокращения	21
1.2 Основные функции заказчика, разработчика, изготовителя, потребителя продукции	23
1.2.1 Основные функции заказчика	24
1.2.2 Основные функции разработчика	25
1.2.3 Основные функции изготовителя	27
1.2.4 Основные функции потребителя	28
1.2.5 Основные положения метрологического обеспечения	29
1.3 Порядок разработки, согласования и утверждения технического задания. Общие требования к содержанию технического задания	30
1.3.1 Общие положения	30
1.3.2 Порядок построения, изложения и оформления ТЗ	31
1.3.3 Пример разработки технического задания на изделие	38
1.4 Порядок разработки рабочей конструкторской документации	39
1.4.1 Порядок разработки технического предложения	40
1.4.2 Порядок разработки эскизного проекта	40
1.4.3 Порядок разработки технического предложения	41
1.5 Порядок разработки рабочей конструкторской документации	42
1.5.1 Общие положения	42
1.5.2 Порядок и примеры разработки технических условий на продукцию	42
1.5.3 Порядок и пример разработки руководства по эксплуатации изделия	42
1.5.4 Порядок и примеры разработки технологии замены изделия, работающего в составе технической системы	42
1.6 Порядок изготовления и испытания опытных образцов и опытной партии продукции	43
1.6.1 Общие положения	43
1.6.2 Порядок проведения предъявительских испытаний, предварительных (заводских) испытаний, эксплуатационных испытаний, приёмочных испытаний	44
1.6.3 Порядок проведения испытаний продукции на этапе установившегося производства. Авторский надзор за изготовлением продукции	45

1.6.4 Порядок выполнения работ по подготовке сертификационных испытаний	50
1.7 Порядок передачи конструкторской документации изготовителю	52
1.8 Порядок постановки продукции на производство	53
1.9 Порядок учёта и хранения конструкторской документации	55
1.10 Порядок передачи документации для организации производства продукции на нескольких предприятиях	55
1.11. Нормативные ссылки на руководящие документы, использованные при подготовке данной работы	55
Приложения	58

Раздел 2 Комбинированное разделение заготовок гидроабразивным методом (В.П. Смоленцев, Е.В. Гончаров, В.И. Котуков)	118
2.1 Выбор и изготовление рабочей среды для комбинированного разделения заготовок	119
2.2 Механизм гидроабразивного разделения материалов с наложением электрического поля	127
2.3 Процесс удаления шаржирования при комбинированной обработке ...	130
2.4 Механизм удаления загрязнений с поверхности абразива	136
2.5 Устранение дефектов поверхностного слоя в процессе комбинированного разделения заготовок	138
2.6 Применение комбинированного способа разделения в машиностроении	154
2.7 Перспективы использования комбинированного разделения заготовок	158

Раздел 3 Улучшение эксплуатационных свойств канатоведущих шкивов (В.Ю. Анцев, П.В. Витчук, А.А. Шубин)	172
3.1 Увеличение тяговой способности канатоведущих шкивов	173
3.2 Увеличение срока службы канатоведущих шкивов	184
3.2.1 Увеличение срока службы на этапе проектирования	185
3.2.2 Увеличение срока службы на этапе изготовления	192
3.2.3 Увеличение срока службы на этапе эксплуатации	193
3.2.4 Взаимосвязь между сроками службы канатоведущего шкива и тягового каната	195
3.3 Совершенствование процедуры технического обследования канатоведущих шкивов	198
3.3.1 Моделирование износа ручьев канатоведущих шкивов и изменения их тяговой способности в процессе изнашивания	198
3.3.2 Способы измерения износа и тяговой способности канатоведущих шкивов и рекомендации по их совершенствованию	211

Раздел 4 Обобщённая аналитическая теория квазистационарного намораживания на сферической поверхности (квазистационарная задача Стефана) (И.Е. Лобанов).....	220
4.1 Намораживание на внешней поверхности с граничными условиями I рода на внутренней поверхности и III рода на внешней поверхности	221
4.1.1 Математическая модель процесса намораживания	221
4.1.2 Канонический вид аналитического решения задачи о намораживании.....	223
4.2 Намораживание на внешней поверхности с граничными условиями III рода на внутренней поверхности и III рода на внешней поверхности ..	227
4.2.1 Математическая модель процесса намораживания	227
4.2.2 Канонический вид аналитического решения задачи о намораживании	229
4.3 Намораживание на внутренней поверхности с граничными условиями I рода на внешней поверхности и III рода на внутренней поверхности	234
4.3.1 Математическая модель процесса намораживания	234
4.3.2 Канонический вид аналитического решения задачи о намораживании	236
4.4. Намораживание на внутренней поверхности с граничными условиями III рода на внешней поверхности и III рода внутренней поверхности	239
4.4.1 Математическая модель процесса намораживания	239
4.4.2 Канонический вид аналитического решения задачи о намораживании	242
4.5 Результаты расчёта применительно к одномерному намораживанию на поверхности переменной кривизны	247
 Раздел 5 Компьютерное моделирование погрешностей обработки тонкостенных сварных корпусов в трехкулачковых патронах (А.О. Чуприков)	 253
5.1 Анализ способов повышения точности обработки тонкостенных сварных корпусов	254
5.2 Компьютерное моделирование погрешностей обработки	262
5.3 Анализ деформирования конструктивных элементов сварных корпусов под действием радиальной составляющей силы резания	295
5.4 Экспериментальная проверка результатов компьютерного моделирования и технологических решений	303
 Раздел 6 Безабразивная доводка сопрягаемых поверхностей (Е.В.Смоленцев, А.А. Клименченков, И.Т.Коптев).....	 321
6.1 Особенности конструкции и эксплуатации запорных устройств	322

6.2 Оборудование для экспериментальных и опытно-промышленных работ	323
6.3 Механизм безабразивной доводки сопрягаемых поверхностей	326
6.4 Механизм безабразивной обработки электрическими методами сопрягаемых металлических деталей	332
6.5 Математическое описание и проектирование режимов процесса безабразивной чистовой обработки	336
6.6 Комбинированная многоступенчатая обработка	341
6.7 Трудоемкость доводочных операций	342
6.8 Реализация методов и средств технологического процесса комбинированной безабразивной доводки поверхностей с наложением электрического поля	343
6.9 Особенности формирования параметров процесса безабразивной доводки сопрягаемых поверхностей	347
6.10 Особенности выбора и расчеты режимов обработки сопрягаемых поверхностей	350
6.11 Проектирование технологического процесса	356
6.12 Эксплуатационные характеристики сопрягаемых деталей	360
6.13 Перспективы использования материалов работы в машиностроении	362

Раздел 7 Повышение эксплуатационных характеристик деталей путем модификации поверхностного слоя (С.В. Сафонов, В.П. Смоленцев, А.И. Портных).....	365
7.1 Комбинированное технологическое воздействие на поверхностный слой без удаления припуска	366
7.2 Формирование свойств поверхностного слоя путем нанесения пленочных покрытий	377
7.3 Влияние толщины наносимых покрытий на повышение эксплуатационных характеристик изделий	380
7.4 Модифицирование поверхностного слоя с нанесением слоев, включающих гранулы токопроводящих и диэлектрических материалов...	399

Contents

Preface.....	15
Part 1 Engineering Products Quality Control at Stages of Its Designing <i>(B.Ya. Mokritsky, A.V. Stupin, V.V.Altukhova, V.A. Solovyev, M.Yu. Sarilov, A.V. Kirichek)</i>	19
1.1 Definitions, Determinations and Abridgements	21
1.2 Basic Functions of Customer, Designer, Manufacturer, Production User ..	23
1.2.1 Customer Basic Functions	24
1.2.2 Designer Basic Functions	25
1.2.3 Manufacturer Basic Functions.....	27
1.2.4 User Basic Functions	28
1.2.5 Measurement Assurance Basic Regulations	29
1.3 Procedure in Development, Agreement and Approval of Technical Assignment. General Requirements to Technical Assignment Matter	30
1.3.1 General Regulations	30
1.3.2 Procedure for Formation, Statement and Ordering of TA	31
1.3.3 Exemplary Development of TA for Products	38
1.4 Procedure for Design Documentation Development	39
1.4.1 Procedure for Technical Proposal Development	40
1.4.2 Procedure for Draft Development	40
1.4.3 Procedure for Technical Proposal Development	41
1.5 Procedure for Operational Design Documentation Development	42
1.5.1 General Regulations	42
1.5.2 Procedure and Examples for Development of Technical Specifications for Products	42
1.5.3 Procedure and Example for Product Operating Manual Development	42
1.5.4 Procedure and Examples for Development of Replacement Technology of Products Operating in Engineering System Structure	42
1.6 Procedure in Manufacturing and Tests of Pre-Production Models and ilot ..	43
1.6.1 General Regulations	43
1.6.2 Carrying out and Procedure of Presenting Tests, Preliminary (Shop) Tests, Field Trials, Acceptance Tests	44
1.6.3 Procedure of Product Tests at Common Production Stage Manufacturing Follow-on	45
1.6.4 Working Procedure for Certification Tests Preparation	50
1.7 Procedure of Design Documentation Transfer to Manufacturer	52
1.8 Procedure of Product Manufacturing Application	53
1.9 Procedure of Design Documentation Registration and Custody	55
1.10 Documentation Transfer Procedure for Manufacturing Organization at Several Enterprises	55
1.11. Normative References to Management Directives Used at Given Work Preparation	55

Appendices	58
Part 2 Billets Combined Division with Hydroabrasive Method	
<i>(V.P. Smolentsev, Ye. V. Goncharov, V.I. Kotukov)</i>	118
2.1 Choice and Creation of Working Environment for Billet Combined Division	119
2.2 Mechanism for Materials Hydroabrasive Division with Electric Field Application	127
2.3 Charging Removal Procedure at Combined Machining	130
2.4 Mechanism for Dirtying Removal from Abrasive Surface	136
2.5 Defects Elimination from Surface Layer During Combined Division of Billets	138
2.6 Combined Division Method Application in Mechanical Engineering	154
2.7 Outlooks in Combined Division Application of Billets	158
Part 3 Operating Characteristics Improvement for Rope Driving Pulleys	
<i>(V.Yu. Antsev, P.V. Vitshuk, A.A. Shubin)</i>	172
3.1 Pulling Ability Increase of Rope Driving Pulleys	173
3.2 Rope Driving Pulleys Life Increase	184
3.2.1 Life Increase at Design Stage	185
3.2.2 Life Increase at Manufacturing Stage	192
3.2.3 Life Increase at Operating Stage	193
3.2.4 Interrelation between Life of Rope Driving Pulley and Hauling Cable ...	195
3.3 Technical Examination Improvement for Rope Driving Pulleys	198
3.3.1 Wear Simulation for Rope Driving Pulleys Grooves and Changes in Their Hauling Ability during Wear Process	198
3.3.2 Means for Measuring Wear and Hauling Ability of Rope Driving Pulleys and Recommendations for Their Perfection	211
Part 4 Generalized Analytical Theory of Quasi-stationary Frosting upon Spherical Surfaces (Stephan's Quasi-stationary Problem) (I.E. Lobanov)	220
4.1 Outer Surface Frosting with Boundary Conditions of the 1 st Type on Inner Surface and the 3d Type on Outer Surface	221
4.1.1 Simulator of Frosting Process	221
4.1.2 Canonical Form for Analytical Solution of Frosting Problem	223
4.2 Outer Surface Frosting with Boundary Conditions of the 3d Type on inner surface and 3d Type on Outer Surface	227
4.2.1 Simulator of Frosting Process	227
4.2.2 Canonical Form for Analytical Solution of Frosting Problem	229
4.3 Inner Surface Frosting with Boundary Conditions of the 1 st type on outer surface and the 3d Type on Inner Surface	234
4.3.1 Simulator of Frosting	234
4.3.2 Canonical Form for Analytical Solution of Frosting Problem	236
4.4. Frosting on Inner Surface with Boundary Conditions of the 3d Type on Outer Surface and the 3d Type on Inner Surface	239

4.4.1 Simulator for Frosting Process	239
4.4.2 Canonical Form for Analytical Solution of Frosting Problem.....	242
4.5 Computation Results as Applied to 1D Frosting on Surface of Variable Curvature	247
Part 5 Computer Simulation of Errors in Thin-walled Welded Bodies	
Machining in Three-Jaw Chucks (<i>A.O. Chuprikov</i>)	253
5.1 Analysis of Ways to Increase Working Accuracy in Thin-walled Welded Bodies	254
5.2 Computer Simulation of Errors in Machining	262
5.3 Analysis of Constructs Deformation in Welded Bodies Caused with Radial Constituent of Cutting Force	295
5.4 Experimental Control of Results in Computer Simulation and Technological Solutions	303
Part 6 Mating Surfaces Nonabrasive Finishing (<i>E.V. Smolentsev, A.A.Klimenchenkov, I.T. Koptev</i>)	
6.1 Peculiarities of Structure and Operation of Locking Devices	321
6.2 Equipment for Experimental and Semi-Commercial Works	322
6.3 Nonabrasive Finishing Mechanism for Mating Surfaces	323
6.4 Nonabrasive Finishing Mechanism with Electric Means for Mating Metal Surfaces	326
6.5 Mathematical Description and Designing Modes of Nonabrasive Finishing	332
6.6 Combined Multistage Machining	336
6.7 Finishing Labor-intensiveness	341
6.8 Realization of Methods and Means of Technological Process on Combined Nonabrasive Finishing of Surfaces with Electric Field Application	342
6.9 Parameters Formation Peculiarities for Nonabrasive Finishing of Mating Surfaces	343
6.10 Choice Peculiarities and Computations of Machining Modes for Mating Surfaces	347
6.11 Engineering Procedure Designing	350
6.12 Operational Characteristics of Mating Parts	356
6.13 Application Prospects for Work in Mechanical Engineering.....	360
Part 7 Operational Characteristics Increase of Parts by Means of Surface Layer Modification (<i>S.V. Safonov, V.P. Smolentsev, A.I. Portnykh</i>)	
7.1 Combined Technological Influence upon Surface Layer without Allowance Removal	365
7.2 Formation of Surface Layer Properties by Film Coating	366
7.3 Influence of Coating Thickness upon Products Operational Characteristics Increase	377
7.4 Surface Layer Modification with Layers Coating Including Granules of Conducting and Dielectric Materials	380
	399

КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ

**Алтухова Виктория Викторовна
Анцев Виталий Юрьевич
Витчук Павел Владимирович
Гончаров Евгений Владимирович
Киричек Андрей Викторович
Клименченков Алексей Александрович
Коптев Иван Тихонович
Котуков Василий Иванович
Лобанов Игорь Евгеньевич
Мокрицкий Борис Яковлевич
Морозова Анна Валентиновна
Портных Александр Иванович
Сарилов Михаил Юрьевич
Сафонов Сергей Владимирович
Смоленцев Владислав Павлович
Смоленцев Евгений Владиславович
Соловьев Вячеслав Алексеевич
Ступин Александр Валерьевич
Чуприков Артем Олегович
Шубин Александр Анатольевич**

Под ред. А.В. Киричека

ПРОГРЕССИВНЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ Том III

**Корректор М.В. Алисова
Инженер по компьютерному макетированию А.А. Алисов
Технический редактор Д.Е. Тарасов**

Сдано в набор 28.11.2014 г.
Подписано в печать 02.12.2014 г. Формат 60х88 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26 Усл.-изд. л. 26
Тираж 500 экз. Заказ

ISBN 978-5-4442-0086-5

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»
302004, г. Орел, ул. 3-я Курская, д. 20.
Тел./факс (4862) 76-17-15, 54-15-48