

ТЕХНОЛОГИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

В двух томах

**Под общей редакцией
Засл. деятеля науки и техники РФ
д-ра техн. наук, проф.
А.Г. Сулова**



МОСКВА • «МАШИНОСТРОЕНИЕ» • 2014

УДК 621.7
ББК 34.63
Т 38

Авторы тома:

А.Г. Суслов, В.Ю. Блюменштейн, Р.В. Гуров, А.Н. Исаев,
Л.Г. Одинцов, В.В. Плешаков, В.П. Фёдоров, Ю.Г. Шнейдер

Т 38 **Технология** и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х томах. Т. 1. / Под общ. ред. А.Г. Суслова. — М.: Машиностроение, 2014. — 480 с.: ил.

ISBN 978-5-94275-709-0

ISBN 978-5-94275-710-6 (Т. 1)

В первом томе приведены общие положения отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием и статические методы ОУО ППД: накатывание, вибронакатывание, алмазное выглаживание, дорнование и калибрование.

Последняя глава посвящена ОУО ППД деталей с закономерным изменением качества поверхностного слоя.

Для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, преподавателей, студентов и аспирантов технических вузов.

УДК 621.7

ББК 34.63

ISBN 978-5-94275-710-6 (Т. 1)

© Авторы, 2014

ISBN 978-5-94275-709-0 © ООО «Издательство Машиностроение», 2014

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. Общие положения отделочно-упрочняющей обработки деталей машин поверхностным пластическим деформированием	7
1.1. Классификация и области применения обработки заготовок поверхностным	7
1.2. Общие аспекты формирования качества поверхностного слоя деталей при ОУО ППД	13
1.3. Общие положения проектирования операций отделочно-упрочняющей обработки	39
Список литературы	52
Глава 2. Отделочно-упрочняющая обработка деталей поверхностным пластическим деформированием, накатыванием роликами и шариками (В. А. Блюменштейн)	53
2.1. Сущность, основные схемы и область применения накатывания	53
2.2. Состав общих требований при обработке накатыванием	68
2.3. Ролики и шарики для накатывания	73
2.4. Влияние режимов накатывания на качество поверхностного слоя	79
2.5. Технология накатывания наружных цилиндрических поверхностей	83
2.5.1. Структура технологического процесса и выбор методов накатывания	83
2.5.2. Накатывание одно- и многороликовыми обкатниками	84
2.5.3. Накатывание одно- и многошариковыми обкатниками	127
2.6. Технология накатывания внутренних цилиндрических поверхностей	137
2.6.1. Особенности процесса накатывания отверстий роликами	137
2.6.2. Режимы накатывания отверстий	143
2.6.3. Устройства для накатывания отверстий	149
2.7. Технология накатывания плоских поверхностей	175
Список литературы	190
Глава 3. Вибронакатывание (А. Г. Суслов, Ю. Г. Шнейдер)	192
3.1. Сущность вибронакатывания и область его применения	192
3.2. Технология вибронакатывания	198

3.3. Оборудование и технологическая оснастка для вибронакатывания	206
3.3.1. Виброголовки для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и торцовых поверхностей .	210
3.3.2. Виброголовки для обработки плоских поверхностей . . .	219
3.3.3. Виброголовки для обработки профильных поверхностей	224
3.3.4. Инструмент для вибронакатывания	246
Список литературы	255
Глава 4. Алмазное выглаживание (Л. Г. Одинцов, В. В. Плешаков)	256
4.1. Общие положения и область применения	256
4.1.1. Инструменты для выглаживания	260
4.1.2. Конструкция инструментов	266
4.1.3. Технология изготовления, заточки и доводки инструмента	271
4.1.4. Приспособления и оборудование для заточки и доводки инструментов	278
4.2. Технология алмазного выглаживания	285
4.3. Оборудование, технологическая оснастка и СОТС для алмазного выглаживания	311
Список литературы	339
Глава 5. Отделочно-упрочняющая обработка дорнованием и калиброванием (А. Н. Исаев)	342
5.1. Общие сведения и области применения дорнования и калибрования	342
5.2. Технология дорнования и калибрования	358
5.2.1. Точность и качество обработки поверхностей	379
5.2.2. Точность отверстий составных цилиндров	386
5.3. Оборудование, технологическая оснастка и смазочные материалы	388
Список литературы	409
Глава 6. ОУО ППД деталей с закономерным изменением качества поверхностных слоев (А. Г. Суслов, В. П. Федоров)	410
6.1. Обеспечение закономерного изменения качества поверхностного слоя деталей	411
6.2. Обеспечение закономерного изменения качества поверхностного слоя деталей при ОУО ППД	426
6.2.1. Управление качеством поверхностей деталей по заданному закону с учетом технологического наследования	426
6.2.2. Технологическое обеспечение микрорельефов обработкой ППД программным способом	439
6.2.3. Компьютерное моделирование топографии поверхностей деталей ОУО ППД программным способом	450
6.2.4. Программные и технические средства ОУО ППД на станках с компьютерными системами ЧПУ	463
Список литературы	476

Предисловие

Из технологических методов, обеспечивающих повышение долговечности деталей машин, наиболее широкое применение имеют методы отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием (ОУО ППД). Это объясняется их простотой, универсальностью и экономичностью.

Согласно ГОСТ 18290—72 по виду деформирующего воздействия способы ОУО ППД подразделяются на статические и динамические.

Статические способы ОУО ППД — накатывание, выглаживание, вибронакатывание, калибрование, дорнование — предполагают воздействие на зону деформации неизменным во времени потоком энергии в условиях непрерывного контакта инструмента с деталью. Эти методы обработки рассмотрены в томе 1 справочника.

При реализации ударных способов ОУО ППД (дробеструйная обработка, центробежно-ударная обработка, виброобработка, импульсно-ударная обработка) осуществляется ударно-деформационное воздействие на обрабатываемую поверхность рабочих тел или инструмента в условиях прерывистого контакта. Эти методы ОУО ППД рассмотрены в томе 2 справочника. В нем также приведены комбинированные методы ОУО ППД и обработка пластическим деформированием резьб и резьбовых соединений.

Так как справочник носит практическую направленность, то материал по всем методам ОУО ППД изложен в следующей последовательности:

- 1) сущность метода и область его применения;
- 2) технология метода;
- 3) оборудование и технологическая оснастка.

В томе 1 наряду со статическими методами ОУО ППД в гл. 1 приведены общие положения ОУО ППД деталей машин, свойственные для всех его методов. Приведены классификация и области применения ОУО ППД, общие аспекты формирования качества поверхностного слоя деталей машин при ОУО ППД. Изложена общая методика проектирования операций ОУО ППД.

Материал, изложенный в справочнике, позволяет технологам грамотно и научно обоснованно выбирать методы ОУО ППД, оборудование, технологическую оснастку, смазочно-охлаждающую технологическую среду (СОТС) и определять условия обработки деталей, исходя из их конфигурации, функционального назначения и условий производства. Это позволяет повысить эффективность производства и качество выпускаемых изделий, т.е. конкурентоспособность отечественного машиностроения.

В подготовке материалов для справочника приняли участие ведущие ученые нашей страны, занимающиеся ОУО ППД.

Авторский коллектив и издательство будут признательны пользователям справочника за конкретные предложения и замечания по приведенному в нем материалу.

УДК 621.7
ББК 34.63
Т38

Авторы тома:

А.Г. Суслов, А.П. Бабичев, А.В. Киричек, А.Н. Овсеенко,
П.Д. Мотренко, С.К. Амбросимов, А.И. Афонин, Р.В. Гуров,
А.Н. Прокофьев, Д.А. Соловьев, А.В. Хандожко, А.Н. Щербаков

Т38 **Технология** и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. В 2-х томах. Т. 2. / Под общ. ред. А.Г. Суслова. — М.: Машиностроение, 2014. — 444 с.: ил.

ISBN 978-5-94275-709-0

ISBN 978-5-94275-711-3 (Т. 2)

Во втором томе приведены динамические и комбинированные методы отделочно-упрочняющей обработки деталей машин поверхностным пластическим деформированием. Одна из глав посвящена формообразованию резьб пластическим деформированием, отделочно-упрочняющей и комбинированной обработке резьбовых поверхностей и технологии гладкорезьбовых соединений.

Для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, преподавателей, студентов и аспирантов технических вузов.

УДК 621.7

ББК 34.63

ISBN 978-5-94275-709-0

ISBN 978-5-94275-711-3 (Т. 2)

© Авторы, 2014

© ООО «Издательство Машиностроение», 2014

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. Упрочнение дробью (А.Н. Овсеенко)	6
1.1. Разновидности, особенности процесса упрочнения и формирования поверхностного слоя деталей	6
1.2. Пневмодробеструйное упрочнение	17
1.3. Пневмодинамическое упрочнение	29
1.4. Гидродробеструйное упрочнение	37
1.5. Упрочнение микрошариками	55
1.6. Пневмогидродробеструйное упрочнение	77
1.7. Ультразвуковое упрочнение	90
1.8. Технологические остаточные деформации деталей при дробеупрочнении	94
1.9. Эффективность методов дробеупрочнения	102
Список литературы	106
Глава 2. Виброударная отделочно-упрочняющая обработка деталей поверхностным пластическим деформированием (А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко)	107
2.1. Общие сведения и области применения виброударной обработки	107
2.2. Технология виброударной обработки	132
2.3. Оборудование, технологическая оснастка и СОЖ для виброударной обработки	167
Список литературы	185
Глава 3. Отделочно-упрочняющая обработка деталей инструментами центробежно-ударного действия (А.Г. Суслов, Р.В. Гуров)	186
3.1. Сущность метода и области применения ОУО	186
3.2. Технология ОУО ППД инструментом центробежно-ударного действия	206
3.3. Оборудование и технологическая оснастка для ОУО деталей ППД инструментом центробежно-ударного действия	215
Список литературы	230

Глава 4. Импульсно-ударная обработка (А.В. Киричек, Д.А. Соловьев)	232
4.1. Общие сведения и область применения	232
4.2. Технология импульсно-ударной обработки	245
4.3. Оборудование и технологическая оснастка	274
Список литературы	284
Глава 5. Комбинированная отделочно-упрочняющая обработка ППД (А.Г. Суслов, А.В. Киричек, С.К. Амбросимов, А.И. Афонин, А.Н. Щербаков)	286
5.1. Общие сведения, виды комбинированного упрочнения, область применения	286
5.2. Поверхностная термомеханическая обработка	288
5.3. Фрикционная упрочняющая обработка	300
5.4. Совмещение нанесения покрытий с ППД	304
5.5. Деформирующе-режущая обработка	317
5.6. Электромеханическая обработка деталей машин	334
Список литературы	359
Глава 6. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностно-пластическим деформированием резьб (А.Г. Суслов, А.Н. Прокофьев, А.В. Хандожко)	361
6.1. Общие положения	361
6.2. Накатывание наружных резьб	365
6.3. Раскатывание внутренних резьб	406
6.4. Упрочнение наружных и внутренних резьб	416
6.5. Гладкорезьбовые соединения	434
Список литературы	443

Предисловие

Одним из основных преимуществ отделочно-упрочняющих методов обработки поверхностным пластическим деформированием по сравнению с другими технологическими методами является возможность эффективного упрочнения и создания сжимающих остаточных напряжений рабочих поверхностей деталей машин, позволяющих повышать их долговечность. Наиболее широкими возможностями в этом обладают динамические методы — ОУО ППД.

В первых четырех главах данного тома приведены материалы по области применения, технологии, оборудованию, оснастке и СОЖ при дробеструйной, виброобработке, центробежно-ударной и импульсной обработках.

Пятая глава посвящена комбинированным методам ОУО ППД.

В шестой главе приведены материалы по формообразующей обработке пластическим деформированием резб, ОУО ППД резьбовых поверхностей, комбинированной ОУО ППД резб и формированию гладкорезьбовых соединений.

Следует отметить, что ведущая роль в разработке и создании как статических, так и динамических методов ОУО ППД принадлежит российским технологам: И.В. Кудрявцеву, М.И. Кузьмину, Ю.Г. Проскуракову, Д.Д. Папшеву, Ю.Д. Шнейдеру, Л.Н. Хворостухину, Д.Л. Юдину, В.М. Браславскому и др.