

УДК 621.793:621.792:621.787:620.191.31(07)

И621

Авторы: Ю.А. Харламов, Д.А. Вишневский, А.П. Жильцов, А.В. Бочаров

Рецензенты:

кафедра художественного и промышленного литья
ГОУ ВПО «Луганский государственный университет» имени Владимира Даля;
А.Л. Сотников, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механическое
оборудование заводов чёрной металлургии им. проф. В.Я. Седуша», начальник
научно-исследовательской части
ГОУ ВПО «Донецкого национального технического университета»

И621 Инженерия поверхностей трения : учебное пособие / Ю.А. Харламов,
Д.А. Вишневский, А.П. Жильцов, А.В. Бочаров. – Липецк : Изд-во
Липецкого государственного технического университета, 2020. – 208 с. –
Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-00175-050-5

В учебном пособии рассмотрены вопросы качества поверхностного слоя деталей машин и основные понятия об инженерии поверхности как научно-технической дисциплины, механизмы разрушения поверхностей трения. Описаны проблемы технологического обеспечения качества поверхностей при механической обработке. Рассмотрены основные технологические методы упрочнения поверхностей трения обработкой поверхностным пластическим деформированием, наплавкой, модифицированием, нанесением покрытий газотермическими методами напыления и др.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Технологические машины и оборудование».

Табл. 18. Ил. 43. Библиогр.: 93 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ЛГТУ.

УДК 621.793:621.792:621.787:620.191.31(07)

ISBN 978-5-00175-050-5

© ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет», 2020

© Харламов Ю.А., 2020

© Вишневский Д.А., 2020

© Жильцов А.П., 2020

© Бочаров А.В., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| ГЛАВА 1. КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН. ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ..... | 8 |
| 1.1. Поверхность деталей машин..... | 8 |
| 1.2. Геометрия поверхности..... | 11 |
| 1.2.1. Текстура поверхности | 11 |
| 1.2.2. Отклонение формы | 12 |
| 1.2.3. Шероховатость поверхности | 12 |
| 1.2.4. 3D-параметры микротопографии поверхностей | 14 |
| 1.2.5. Волнистость поверхности..... | 20 |
| 1.2.6. Изъяны поверхности..... | 21 |
| 1.3. Физико-химическое состояние поверхностного слоя..... | 23 |
| 1.4. Комплексные параметры качества поверхностного слоя..... | 28 |
| 1.5. Разрушение поверхностей деталей машин при трении | 30 |
| 1.6. Инженерия поверхности и её составные части | 39 |
| 1.7. Технологические методы инженерии поверхности | 42 |
| 1.8. Инженерия поверхности деталей на этапах жизненного цикла .. | 44 |
| ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ..... | 50 |
| 2.1. Шероховатость поверхности | 50 |
| 2.2. Волнистость поверхности | 55 |
| 2.3. Макроотклонения поверхности..... | 56 |
| 2.4. Упрочнение поверхности..... | 56 |
| 2.5. Взаимосвязи параметров качества поверхностного слоя деталей с условиями их обработки | 58 |
| ГЛАВА 3. ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИ- РОВАНИЕМ (ППД)..... | 62 |

| | |
|---|------------|
| 3.1. Сущность и классификация методов упрочнения поверхностным пластическим деформированием | 62 |
| 3.2. Материалы инструментов для обработки ППД..... | 68 |
| 3.3. Обработка обкатыванием и раскатыванием..... | 72 |
| 3.4. Обработка выглаживанием | 79 |
| 3.5. Прочие способы обработки ППД..... | 89 |
| 3.6. Влияние обработки ППД на качество поверхностного слоя..... | 96 |
| ГЛАВА 4. МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЁВ | 102 |
| 4.1. Физические основы модификации поверхностных слоёв | 102 |
| 4.2. Способы термической и химико-термической обработки | 106 |
| 4.3. Способы поверхностного упрочнения высококонцентрированными источниками энергии | 112 |
| 4.4. Поверхностное упрочнение металлов концентрированными потоками энергии..... | 116 |
| 4.5. Плазменная закалка | 121 |
| 4.5.1. Способы плазменной закалки..... | 121 |
| 4.5.2. Основы плазменного упрочнения конструкционных материалов..... | 130 |
| 4.5.3. Плазменная закалка углеродистых сталей..... | 133 |
| 4.5.4. Плазменная закалка легированных сталей..... | 135 |
| 4.5.5. Плазменная закалка чугуна..... | 137 |
| 4.6. Примеры применения плазменной закалки | 140 |
| 4.6.1. Плазменная закалка прокатных валков | 140 |
| 4.6.2. Плазменная закалка привалковой арматуры и других деталей технологического оборудования | 143 |
| 4.6.3. Плазменная закалка малогабаритных и тонкостенных деталей | 144 |
| 4.6.4. Закалка зубчатых, шлицевых и иных поверхностей..... | 145 |
| 4.7. Прочие методы модифицирования | 149 |
| 4.7.1. Лазерная обработка | 149 |

| | |
|--|-----|
| 4.7.2. Электронно-лучевая обработка | 153 |
| 4.7.3. Ионно-лучевая обработка | 156 |
| ГЛАВА 5. НАНЕСЕНИЕ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ..... | 160 |
| 5.1. Газотермическое напыление покрытий..... | 160 |
| 5.1.1. Способы газотермического напыления | 160 |
| 5.1.2. Основные виды газотермических покрытий | 171 |
| 5.2. Вакуумное осаждение покрытий..... | 182 |
| 5.3. Гальванические покрытия..... | 185 |
| 5.4. Химическое осаждение покрытий из растворов..... | 190 |
| 5.5. Электроискровое легирование..... | 191 |
| 5.6. Химическое осаждение покрытий из паровой фазы | 194 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 195 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 196 |