

УДК 621(075.8)
ББК 34.05
НЗ4

Авторы:

Н. В. Беляков, В. А. Горохов,
Ю. Е. Махаринский, В. И. Ольшанский

Рецензенты:

академик НАН Беларуси, д.т.н., проф. Клубович В.В.;

профессор кафедры технологии машиностроения
Белорусского национального технического университета,
д.т.н., проф. Каштальян И.А.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 6 от 26.02.2021.

НЗ4 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие.
В 2 ч. Ч. 2 / Н. В. Беляков [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 366 с.

ISBN 978-985-481-677-7 (Ч.2)

ISBN 978-985-481-675-3

Приводится описание этапов жизненного цикла изделий машиностроения, их функционального назначения. Освещены аспекты качества промышленной продукции. Изложены основы технологического обеспечения точности изделий машиностроения, качества поверхностного слоя деталей машин, а также повышения эксплуатационных свойств деталей машин и соединений. Описаны элементы теории технологической наследственности в машиностроении и процессов самоорганизации в технологических системах. Описываются методы оценки эффективности технологических процессов изготовления деталей машин. Представлены методы и автоматизированные системы научных исследований в технологии машиностроения. Приведены научные основы совершенствования и создания новых технологических методов обработки деталей машин.

Издание предназначено для студентов второй ступени высшего образования в области машиностроения и может быть полезным инженерно-техническим и научным работникам предприятий. Может использоваться также в системе повышения квалификации и переподготовки кадров машиностроительного профиля.

УДК 621(075.8)
ББК 34.05

ISBN 978-985-481-677-7 (Ч.2)
ISBN 978-985-481-675-3

© УО «ВГТУ», 2021



СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| 5 Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей машин и их соединений | 7 |
| 5.1 Изменение качества поверхностного слоя деталей при эксплуатации | 7 |
| 5.2 Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин и их соединений..... | 16 |
| 5.3 Технологическое повышение долговечности изделий машиностроения..... | 23 |
| 5.3.1 Обработка поверхностным пластическим деформированием | 23 |
| 5.3.1.1 Общая характеристика ППД..... | 23 |
| 5.3.1.2 Регулярные микрорельефы и их разновидности..... | 26 |
| 5.3.1.3 Взаимосвязь микрогеометрии рабочих поверхностей и свойств подповерхностного слоя материала с эксплуатационными свойствами деталей и соединений..... | 29 |
| 5.3.1.4 Отделочно-упрочняющая обработка ППД, оборудование и инструменты..... | 38 |
| 5.3.1.5 Приспособления, микрогеометрия поверхности и состояние металла при отделочно-упрочняющей обработке ППД | 51 |
| 5.3.1.6 Комбинированные процессы и расчет параметров режима отделочно-упрочняющей обработки ППД | 66 |
| 5.3.1.7 Формообразующая обработка ППД фасонных поверхностей..... | 75 |
| 5.3.1.8 Упрочняющая обработка ППД | 81 |
| 5.3.2 Ионная имплантация и лазерная обработка | 86 |
| 5.3.2.1 Ионная имплантация | 86 |
| 5.3.2.2 Лазерная обработка | 100 |
| 5.3.3 Нанесение покрытий | 103 |
| 5.3.3.1 Гальваническое хромирование | 103 |
| 5.3.3.2 Твердое никелирование | 109 |
| 5.3.3.3 Борирование | 110 |
| 5.3.3.4 Оксидирование и фосфатирование | 112 |
| 5.3.3.5 Химические способы нанесения никелевых, хромовых, кобальтовых, никель-кобальтовых покрытий | 113 |
| 5.3.3.6 Наплавка материала | 115 |
| 5.3.3.7 Напыление материала | 118 |
| 5.3.3.8 Покрытие деталей пластмассами | 120 |
| 5.3.3.9 Лакокрасочные покрытия | 122 |
| 5.4 Вопросы для самоконтроля | 124 |
| 6 Технологическая наследственность в машиностроении | 128 |
| 6.1 Технологическая наследственность как база обеспечения качества машиностроительных изделий | 128 |

| | |
|---|-----|
| 6.2 Закономерности технологического наследования | 136 |
| 6.3 Технологическая наследственность при изготовлении деталей машин | 151 |
| 6.4 Теоретическое определение технологического наследования параметров качества | 171 |
| 6.5 Технологическая наследственность при сборке изделий | 176 |
| 6.6 Технологические регламенты | 181 |
| 6.7 Вопросы для самоконтроля | 184 |
| 7 Самоорганизующиеся технологические системы | 187 |
| 7.1 Явления самоорганизующихся систем | 187 |
| 7.2 Самоорганизация на этапе изготовления материала..... | 190 |
| 7.3 Самоорганизация на этапе изготовлениязаготовок..... | 192 |
| 7.4 Самоорганизация технологических систем при механической обработке и сборке | 194 |
| 7.5 Нелинейность при самоорганизации технологических систем .. | 203 |
| 7.6 Вопросы для самоконтроля | 205 |
| 8 Эффективность технологических процессов изготовления деталей машин | 207 |
| 8.1 Основные понятия | 207 |
| 8.2 Функции, цели и модели ограничений параметрической оптимизации..... | 211 |
| 8.3 Оптимизация показателей режимов резания для элементарного и инструментального перехода | 216 |
| 8.4 Оптимизация показателей режима точения с переменной скоростью | 220 |
| 8.5 Оптимизация показателей режима резания с учетом затрат на электроэнергию | 225 |
| 8.6 Оптимизация режима обработки однородным блоком | 227 |
| 8.7 Оптимизация режима обработки неоднородным блоком с общей частотой вращения и подачи | 231 |
| 8.8 Влияние временной структуры операции на ее эффективность .. | 235 |
| 8.9 Автоматическая оптимизация режимов резания | 240 |
| 8.10 Оптимизация показателей алгоритма управления рабочим циклом врезного шлифования | 250 |
| 8.10.1 Ограничения производительности при шлифовании..... | 250 |
| 8.10.2 Граничный алгоритм управления рабочим циклом..... | 254 |
| 8.11 Вопросы для самоконтроля | 257 |
| 9 Методы и автоматизированные системы научных исследований в технологии машиностроения | 260 |
| 9.1 Классификация научно-исследовательских работ и методов их организации | 260 |
| 9.2 Основные уровни методов научных исследований | 261 |
| 9.3 Методы научных исследований в технологии машиностроения | 265 |

| | |
|---|------------|
| 9.3.1 Теоретические и теоретико-экспериментальные исследования | 265 |
| 9.3.2 Разновидности и задачи экспериментальных исследований. Общая схема эксперимента | 267 |
| 9.3.3 Классификация переменных в технологических экспериментах | 270 |
| 9.3.4 Классический эксперимент | 272 |
| 9.3.5 Дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализы .. | 273 |
| 9.3.6 Планирование экстремальных экспериментов | 280 |
| 9.3.7 Нейросетевое моделирование | 283 |
| 9.3.8 Понятие крутого восхождения по градиенту и симплекс-планирования | 290 |
| 9.4 Автоматизированные системы научных исследований в технологии машиностроения | 291 |
| 9.4.1 Понятие АСНИ | 291 |
| 9.4.2 Задачи и функции АСНИ | 292 |
| 9.4.3 Особенности научных исследований как объекта автоматизации | 293 |
| 9.4.4 Виды обеспечений АСНИ | 294 |
| 9.4.5 Принципы построения АСНИ | 294 |
| 9.4.6 Пример АСНИ для измерения сил резания | 296 |
| 9.5 Вопросы для самоконтроля | 298 |
| 10 Научные основы совершенствования и создания новых технологических методов обработки деталей машин и наукоемкие технологии | 302 |
| 10.1 Признаки классификации методов обработки деталей машин.. | 302 |
| 10.2 Научные основы совершенствования технологических методов обработки деталей машин | 311 |
| 10.3 Научные основы создания новых технологических методов обработки и процессов изготовления деталей машин | 317 |
| 10.4 Наукоемкие конкурентоспособные технологии в машиностроении | 325 |
| 10.5 Вопросы для самоконтроля | 328 |
| Список использованных источников | 331 |
| Приложения..... | 341 |
| Приложение А. Таблицы однозначности задания ориентации поверхностей | 341 |
| Приложение Б. Числовые значения неуказанных допусков перпендикулярности, соосности и симметричности | 345 |
| Приложение В. Установочные элементы | 347 |
| Приложение Г. Правила назначения вида компонента комплекта технологических баз | 351 |

| | |
|--|-----|
| Приложение Д. Таблица сокращения вариантов технических решений | 356 |
| Приложение Е. Качество поверхностей заготовок | 358 |
| Приложение Ж. Допуски для размеров до 10 000 мм | 364 |