

УДК 621(075.8)

ББК 34.4я73

T38

Авторы:

*В. А. Логвин, Ж. А. Мрочек, Е. В. Банковская, С. А. Шептунов, А. Н. Панов*

Рецензенты:

кафедра материаловедения и проектирования технических систем  
УО «Белорусский государственный технологический университет»;  
заведующий лабораторией металлургии в машиностроении  
ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук  
Беларуси», доктор технических наук, доцент *С. Г. Сандомирский*

T38 **Технологическое обеспечение машиностроительного производ-**  
ства : учебное пособие / В. А. Логвин [и др.] ; под ред. Ж. А. Мрочек-  
ка. – Минск : РИВШ, 2021. – 560 с. : ил.  
ISBN 978-985-586-462-3.

В учебном пособии представлены основные понятия технологии и технологических процессов машиностроения. Рассматриваются типы производств, виды заготовок и расчет припусков под механическую обработку. Освещаются вопросы установки заготовок на металлорежущих станках, точность и качество их обработки. Приводятся правила проектирования технологических процессов механической обработки и типовые технологические маршруты обработки поверхностей деталей, основы технологии сборки машин, основные сведения о механической обработке заготовок, электрофизических и электрохимических способах формообразования поверхностей деталей. Предложены области наиболее эффективного использования рассмотренных способов.

Предназначено для студентов механических и экономических специальностей технических университетов и специалистов промышленных предприятий.

УДК 621(075.8)

ББК 34.4я73

ISBN 978-985-586-462-3



© Оформление. ГУО «Республиканский институт высшей школы», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА</b> .....	7
1.1. Роль конструктора в технологическом обеспечении качества изделий .....	7
1.2. Роль технолога в изготовлении конкурентоспособных изделий .....	10
1.3. Изделия машиностроительного производства .....	11
1.4. Характеристика машиностроительного производства .....	14
1.5. Производственный и технологический процессы .....	23
1.6. Структура технологического процесса .....	24
1.7. Типы и организационные формы производства .....	26
1.8. Дифференциация и концентрация технологического процесса .....	31
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	32

<b>2. ВЫБОР ЗАГОТОВОК И СПОСОБОВ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ</b> .....	33
2.1. Основные понятия и общие положения .....	33
2.2. Последовательность выбора способа изготовления заготовок .....	36
2.3. Характеристика способов формообразования поверхностей заготовок .....	40
2.3.1. Заготовки, полученные способами литья .....	40
2.3.2. Заготовки, полученные обработкой давлением .....	48
2.4. Способы получения заготовок сваркой при изготовлении деталей машин .....	52
2.5. Характеристика основных способов получения заготовок сваркой .....	64
2.5.1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами .....	64
2.5.2. Дуговая сварка под флюсом .....	68
2.5.3. Дуговая сварка в защитных газах .....	72
2.5.4. Газовая сварка .....	83
2.5.5. Плазменная сварка .....	97
2.5.6. Лазерная сварка .....	101
2.5.7. Электронно-лучевая сварка .....	105
2.5.8. Стыковая сварка .....	107
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	113
<b>3. ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ</b> .....	115
3.1. Основные положения для расчета припусков .....	115
3.2. Способы определения величин припусков .....	117
3.3. Расчет размеров заготовок .....	122
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	124
<b>4. БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКАХ</b> .....	125
4.1. Общие понятия о базировании .....	125
4.2. Классификация баз и их характеристика .....	128
4.3. Способы установки заготовок. Правило шести точек .....	134
4.4. Обоснование выбора технологических баз и способов обработки .....	137
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	141

<b>5. ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ .....</b>	<b>142</b>
5.1. Общие понятия .....	142
5.2. Факторы, влияющие на точность механической обработки .....	152
5.3. Статистические методы анализа точности .....	161
5.4. Методы оценки надежности технологических систем по параметрам точности .....	173
5.5. Достижимая и экономическая точность .....	176
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>177</b>
<b>6. КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ .....</b>	<b>178</b>
6.1. Основные понятия о качестве поверхности .....	178
6.2. Шероховатость и волнистость поверхности .....	180
6.3. Наклеп обработанной поверхности .....	195
6.4. Остаточные напряжения после механической обработки поверхностей .....	198
6.5. Влияние способов обработки и параметров режима резания на шероховатость и физико-механические свойства поверхности .....	202
6.6. Влияние качества обработанной поверхности деталей на долговечность работы машин и механизмов .....	205
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>208</b>
<b>7. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ .....</b>	<b>209</b>
7.1. Основные понятия .....	209
7.2. Показатели технологичности конструкции изделия (детали) .....	212
7.3. Технологический контроль конструкторской документации .....	216
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>217</b>
<b>8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....</b>	<b>218</b>
8.1. Классификация технологических процессов .....	218
8.2. Методология разработки технологических процессов .....	221
8.3. Типизация технологических процессов и групповая обработка .....	229
8.4. Техническое нормирование операций механической обработки .....	238
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>246</b>

<b>9. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВ</b> .....	248
9.1. Особенности конструкций валов и основные требования к точности их изготовления.....	248
9.2. Типовые технологические процессы обработки заготовок валов.....	251
9.3. Технологический процесс изготовления вала в условиях среднесерийного производства.....	254
9.4. Особенности выполнения основных операций механической обработки валов.....	256
9.5. Контроль валов.....	269
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	273
<b>10. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС</b> .....	274
10.1. Служебное назначение и типовые конструкции зубчатых колес.....	274
10.2. Материалы, используемые для изготовления зубчатых колес.....	277
10.3. Технические требования к зубчатым колесам.....	279
10.4. Способы получения заготовок зубчатых колес.....	281
10.5. Основные схемы базирования заготовок зубчатых колес.....	283
10.6. Типовой технологический процесс изготовления одновенцовых цилиндрических зубчатых колес.....	284
10.7. Контроль зубчатых колес и зубчатых передач в сборе.....	294
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	300
<b>11. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ</b> .....	301
11.1. Процессы сборки машин и классификация их видов.....	301
11.2. Организационные формы сборки.....	306
11.3. Проектирование технологических процессов сборки.....	309
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	311
<b>12. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК СО СНЯТИЕМ МАТЕРИАЛА С ПОВЕРХНОСТИ</b> .....	312
12.1. Способы обработки материалов резанием и классификация движений в металлорежущих станках.....	312
12.2. Физические явления, сопровождающие процесс резания.....	315

12.3. Параметры режима резания .....	318
12.4. Элементы и геометрия токарных резцов, виды стружек .....	320
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>324</b>
<b>13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ .....</b>	<b>325</b>
13.1. Обработка поверхностей точением .....	325
13.2. Типы станков токарной группы .....	327
13.3. Типы токарных резцов .....	329
13.4. Технология обработки точением .....	331
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>332</b>
<b>14. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКОВ СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНОЙ ГРУППЫ .....</b>	<b>333</b>
14.1. Характеристика способа сверления .....	333
14.2. Типы сверлильных станков .....	335
14.3. Режущий инструмент, используемый при сверлении .....	337
14.4. Технология обработки сверлением .....	340
14.5. Обработка поверхностей заготовок с использованием расточных станков .....	344
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>347</b>
<b>15. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ .....</b>	<b>348</b>
15.1. Характеристика способа фрезерования .....	348
15.2. Типы фрезерных станков .....	354
15.3. Типы фрез и технологическая оснастка фрезерных станков .....	355
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>359</b>
<b>16. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТЯЖНЫХ СТАНКОВ .....</b>	<b>360</b>
16.1. Характеристика способа обработки протягиванием .....	360
16.2. Типы протяжных станков .....	361
16.3. Параметры режима резания и геометрия протяжек .....	362

16.4. Особенности процесса протягивания.....	364
Вопросы для проверки знаний .....	365
<b>17. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОГАЛЬНЫХ И ДОЛБЕЖНЫХ СТАНКОВ .....</b>	<b>366</b>
17.1. Характеристика способов обработки строганием и долблением .....	366
17.2. Виды строгальных и долбежных станков .....	367
17.3. Типы строгальных и долбежных резцов .....	369
Вопросы для проверки знаний .....	371
<b>18. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ.....</b>	<b>372</b>
Вопросы для проверки знаний .....	377
<b>19. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗУБОРЕЗНЫХ СТАНКОВ .....</b>	<b>378</b>
19.1. Способы обработки заготовок зубчатых колес.....	378
19.2. Технологические требования к конструкции зубчатых колес .....	386
Вопросы для проверки знаний .....	387
<b>20. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ .....</b>	<b>388</b>
20.1. Характеристика способа шлифования .....	388
20.2. Характеристика шлифовальных станков .....	389
20.3. Основные виды шлифовальных работ .....	391
20.4. Абразивный инструмент, используемый при шлифовании.....	397
Вопросы для проверки знаний .....	402
<b>21. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ .....</b>	<b>403</b>
21.1. Полирование поверхностей заготовок .....	403
21.2. Притирка поверхностей.....	406
21.3. Хонингование.....	408
21.4. Суперфиниширование .....	411
Вопросы для проверки знаний .....	413

<b>22. ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ</b> .....	414
22.1. Понятие об электрофизических и электрохимических способах обработки.....	414
22.2. Электроэрозионная обработка поверхностей.....	416
22.3. Электроимпульсная обработка.....	420
22.4. Высокочастотная электроэрозионная обработка.....	421
22.5. Электроконтактная обработка.....	422
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	423
<b>23. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ</b> .....	424
23.1. Электрохимическое полирование .....	424
23.2. Электрохимическая размерная обработка .....	425
23.3. Электроабразивная и электроалмазная обработка.....	427
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	428
<b>24. АНОДНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА</b> .....	429
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	430
<b>25. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА</b> .....	431
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	434
<b>26. ОБРАБОТКА СВЕТОВЫМ ЛУЧОМ</b> .....	435
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	438
<b>27. ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК</b> .....	439
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	443
<b>28. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ОБРАБОТКА</b> .....	444
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	446
<b>29. ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ</b> .....	447
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	458
<b>30. ТЕХНОЛОГИИ НАНОРАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ</b> .....	459
<b>Вопросы для проверки знаний</b> .....	464

<b>31. ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ .....</b>	<b>465</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>469</b>
<b>32. ТЕХНОЛОГИИ МОЙКИ И СУШКИ .....</b>	<b>470</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>486</b>
<b>33. ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКИ .....</b>	<b>488</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>494</b>
<b>34. ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОДНЫМ ЛУЧОМ .....</b>	<b>496</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>503</b>
<b>35. ЭЛЕКТРОМАГНИТОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА .....</b>	<b>504</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>514</b>
<b>36. УСКОРЕННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПА ИЗДЕЛИЯ .....</b>	<b>516</b>
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>520</b>
<b>37. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ .....</b>	<b>522</b>
37.1. Перспективное планирование качества продукции при риск-ориентированном мышлении .....	522
37.2. Последовательность этапов планирования управления рисками и оптимизацией .....	528
<b>Вопросы для проверки знаний .....</b>	<b>543</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>544</b>

