



ДЛЯ ВУЗОВ

В.Ф. Безъязычный

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Издание 3-е, исправленное

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

МОСКВА
«ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»
2020

УДК 621.9(075)

ББК 34.5

Б 39

Рецензенты: кафедра «Технология машиностроения»
Орловского государственного технического университета;
доктор технических наук, профессор А. С. Васильев.

Безъязычный В.Ф.

Б 39 Основы технологии машиностроения: учебник для вузов.
3-е изд., исправл. — М.: Инновационное машиностроение,
2020. — 568 с.: ил.

ISBN 978-5-907104-27-3

Изложены основы технологии машиностроения в соответствии с программой учебного курса. Даны основные понятия и положения, основы базирования, основы проектирования технологических процессов, общие принципы обработки деталей, причины возникновения погрешностей при механической обработке. Приведены расчет режимов резания, методика выбора способа обработки деталей, основы технического нормирования, пути повышения производительности станочных операций. Показана последовательность проектирования технологических процессов сборки.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и «Проектирование технологических комплексов машиностроительных производств».

УДК 621.9(075)

ББК 34.5

ISBN 978-5-907104-27-3

© ООО «Издательство
«Инновационное машиностроение», 2020

Содержание

Предисловие	9
Глава 1. Исторический обзор развития технологии машиностроения	10
1.1. Общие положения	10
1.2. основоположники научного развития технологии машиностроения в современный период	27
Глава 2. Основные понятия и положения	36
2.1. Понятие о конструктивно-сборочных элементах машины. Характеристика объекта производства	36
2.2. Анализ конструкции и условий работы деталей, узлов и машин в целях установления технологических требований к обработке и сборке	40
2.3. Производственный и технологический процессы в машиностроении	41
2.4. Структура технологического процесса. Структура операции	44
2.5. Основные факторы, влияющие на построение технологического процесса	56
2.6. Исходные данные для проектирования технологического процесса обработки детали	58
Глава 3. Принципиальные основы проектирования технологических процессов	61
3.1. Исходные условия, которым должен удовлетворять технологический процесс	61
3.2. Масштаб производства и его влияние на производственный процесс	63
3.3. Определение количества деталей в партии при серийном производстве	69
3.4. Поточное производство и особенности его технологических процессов	74
3.5. Концентрация и дифференциация технологических процессов	80
3.6. Последовательность обработки	90

Глава 4. Общие принципы технологии обработки деталей	95
4.1. Разработка конструктивных форм детали	95
4.2. Общая характеристика технологических процессов.	97
4.3. Формообразование при обработке на металлорежущих станках	101
4.4. Методы получения образующей и направляющей линии.	104
4.5. Методы образования поверхностей при различных способах обработки	106
4.6. Понятие о настройке станков	114
4.7. Методы получения заданных размеров	115
4.8. Погрешности настройки	118
Глава 5. Технологичность конструкции изделия	119
5.1. Основные теоретические положения.	119
5.2. Качественная оценка технологичности конструкции изделия	130
5.3. Количественная оценка технологичности конструкции изделия	131
5.4. Производственная технологичность изделий.	134
Глава 6. Базирование и базы в машиностроении	146
6.1. Основные теоретические сведения.	146
6.2. Классификация баз.	150
6.3. Правила выбора баз.	152
6.4. Погрешность базирования	160
6.5. Опоры и их обозначение	167
Глава 7. Виды заготовок для деталей машин и способы их изготовления 174	
7.1. Общие соображения по выбору заготовок	174
7.2. Способы изготовления заготовок. Характеристика конструктивных, технологических и экономических параметров заготовок	175
7.3. Однородность материала заготовок	186
7.4. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовок.	187
7.5. Заготовительное производство	191
Глава 8. Предварительная обработка заготовок	200
8.1. Термообработка заготовок	200
8.2. Очистка заготовок перед механической обработкой.	201
8.3. Правка заготовок	201
8.4. Отрезка заготовок	202
8.5. Центрование заготовок	213
Глава 9. Классификация параметров поверхностного слоя деталей. Влияние качества поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей машин.	216
9.1. Классификация параметров поверхностного слоя и их характеристика	216

9.2. Влияние качества поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей машин	224
Глава 10. Управление формированием поверхностного слоя деталей машин.	238
Глава 11. Технологические размерные цепи.	248
11.1. Виды технологических размерных цепей	248
11.2. Основные понятия и определения, относящиеся к теории размерных цепей.	249
11.3. Расчет погрешности замыкающего звена размерной цепи. ...	250
11.4. Методы достижения точности замыкающего звена	251
Глава 12. Припуски на обработку деталей машин.	256
12.1. Общие замечания.	256
12.2. Основные определения	257
12.2. Основные факторы, влияющие на величину припуска	262
12.3. Методы определения припусков на обработку	274
12.4. Расчет длинновых технологических операционных размеров с применением теории графов	275
Глава 13. Основные причины погрешностей при механической обработке.	286
13.1. Погрешности кинетической схемы обработки	286
13.2. Влияние погрешностей изготовления режущего инструмента и приспособлений на точность обработки.	288
13.3. Влияние на точность обработки температурных деформаций станка	289
13.4. Влияние на точность обработки температурных деформаций режущего инструмента	290
13.5. Влияние на точность обработки температурных деформаций обрабатываемых заготовок	293
13.6. Влияние на точность обработки размерного износа резца ...	295
13.7. Влияние на точность обработки внутренних напряжений в заготовках.	303
13.8. Жесткость технологической системы и ее влияние на точность обработки	303
13.9. Расчетное определение жесткости токарного станка при обработке и погрешность обработки, связанная с жесткостью станка.	308
13.9. Определение суммарной погрешности механической обработки.	316
Глава 14. Статистические методы исследования качества изделий.	317
Глава 15. Выбор и расчет режимов резания	327
15.1. Общие требования, которым должен удовлетворять режим резания	327

15.2. Назначение периода стойкости режущего инструмента	328
15.3. Теоретические положения по назначению режимов резания .	330
15.4. Общие положения по оптимизации режима резания	346
15.5. Выбор экономического режима резания.	347
15.6. Выбор режима резания наибольшей производительности . . .	355
15.7. Выбор и расчет режима резания при многоинструментной обработке	358
Глава 16. Обеспечение точности механической обработки	366
16.1. Методы настройки станков	366
16.2. Расчет режимов резания, обеспечивающих требуемое качество обработки	369
16.3. Управление процессом обработки	374
Глава 17. Основы технического нормирования в машиностроении	388
17.1. Понятие о технических нормах времени и нормах выработки.	388
17.2. Предмет и метод курса техническое нормирование	388
17.3. Связь технического нормирования с технологией, организацией, планированием производства, заработной платой и себестоимостью продукции	391
17.3.1. Техническое нормирование и технологические процессы изготовления изделий	392
17.3.2. Техническое нормирование и организация труда	393
17.3.3. Техническое нормирование и оплата труда.	393
17.3.4. Техническое нормирование и заводское планирование на производстве	394
17.3.5. Техническое нормирование и себестоимость продукции	395
17.4. Методы нормирования	396
17.5. Классификация затрат времени на рабочем месте.	400
17.6. Структура нормы времени и ее элементы	406
17.7. Основная формула технологического времени и ее преобразование для различных станочных работ	409
17.8. Определение вспомогательного времени	411
17.9. Определение времени обслуживания рабочего места	412
17.10. Определение подготовительно-заключительного времени . .	412
17.11. Определение времени на отдых и естественные надобности	413
17.12. Нормирование работ при многостаночном обслуживании . .	413
Глава 18. Техничко-экономическая эффективность технологических процессов механической обработки	426
18.1. Общие положения по экономической оценке технологического процесса.	426
18.2. Критерии для оценки технико-экономической эффективности технологических процессов механической обработки	427

18.3. Структура и элементы технологической себестоимости обработки деталей	428
18.4. Срок окупаемости капитальных вложений для осуществления новых технологических процессов	438
18.5. Трудоемкость изготовления детали	443
18.6. Расход материала на одну деталь	444
18.7. Показатели, характеризующие степень использования средств производства	445
18.8. Соотношения между элементами нормы времени	446
18.9. Сравнение и анализ технико-экономических показателей при выборе варианта технологического процесса	448
18.10. Графический способ экономического сравнения вариантов технологических процессов	451
Глава 19. Пути повышения производительности станочных операций и их эффективность	455
19.1. Технологический и рабочий циклы металлорежущих станков различных типов	455
19.2. Показатели, характеризующие производительность станков	472
19.2.1. Абсолютная производительность	475
19.2.2. Производительность резания	475
19.2.3. Производительность формообразования	476
19.2.4. Штучная производительность станка на данной операции	477
19.3. Производительность технологическая, теоретическая, реальная и фактическая	478
19.4. Основные пути повышения производительности станков на технологических операциях	489
19.5. Эффективность снижения слагаемых штучного времени	495
Глава 20. Методика выбора способов обработки поверхностей деталей и компоновки технологических операций процесса изготовления детали	498
20.1. Определение последовательности выполнения операции	498
20.2. Виды и формы технологических карт	505
20.3. Порядок заполнения маршрутной и операционной карт	506
20.4. Оформление карт операционных эскизов	518
Глава 21. Проектирование маршрутных технологических процессов сборки узлов и машин	525
21.1. Основные определения	525
21.2. Последовательность проектирования технологии сборки	526
21.3. Размерный анализ конструкций при сборке	527
21.3.1. Методы достижения точности замыкаемого звена	527
21.4. Сборочные размерные цепи	529
21.5. Методы расчета размерных цепей	534
21.5.1. Основные расчетные формулы	536

21.6. Последовательность расчетов размерных цепей (прямая задача)	538
21.7. Составление схемы сборки	542
21.8. Проектирование маршрутной технологии	545
Глава 22. Основные направления дальнейшего развития технологии машиностроения	552
22.1. Организационно-технологические задачи развития технологии машиностроения	552
22.2. Технологические задачи развития машиностроения	554
22.3. Общие концепции развития технологий производства ГТД	555
22.4. Технико-экономические характеристики машиностроительного завода будущего	557
22.5. Основные предпосылки создания машиностроительного завода будущего	562
Список рекомендуемой литературы	567

Предисловие

Учебная дисциплина «Основы технологии машиностроения», предусмотренная Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.03.05 и 15.04.05 — Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (квалификация «бакалавр»), является одной из главных специальных дисциплин, в которой изучаются теоретические основы общей учебной дисциплины под названием «Технология машиностроения».

В настоящее время, особенно в последние годы, издано много учебников и учебных пособий по этой учебной дисциплине. Все они в той или иной степени обобщают методику изучения теоретических основ технологии машиностроения в различных вузах.

Особенностью данного учебника, по мнению автора, является то, что в нем четко показано единство технических и экономических позиций, ибо технология машиностроения — это наука о процессах изготовления деталей и сборки из них машин и механизмов с минимальными затратами труда как живого, так и овеществленного.

Другой особенностью учебника является то, что при написании отдельных глав использованы последние научные достижения в области расчета операционных размеров, определения погрешностей обработки, обусловленных процессом резания, расчетного определения параметров качества поверхностного слоя обработанных поверхностей, управления процессом обработки и др.

В данном учебнике частично использованы как отдельные рукописные конспекты лекций, так и опубликованные в печати результаты научных исследований моего учителя кандидата технических наук, доцента Штанко Михаила Григорьевича, который, к сожалению, ушел из жизни. Эту работу автор учебника посвящает светлой памяти о нем.