

УДК 621.81(075)
ББК 34.44я73
С50

Смирнов, А. И.

С50 Детали машин : учебное пособие / А. И. Смирнов. — Москва : Директ-Медиа, 2022. — 676 с.

ISBN 978-5-4499-2763-7

В учебную программу технических вузов введены новые дисциплины, отражающие состояние науки и техники. При ограниченном сроке обучения это привело к значительному сокращению количества лекционных часов по курсу «Детали машин». Восполнить появившийся недостаток в знаниях студентов можно за счет самостоятельного изучения необходимых разделов курса по предлагаемому учебному пособию.

Учебное пособие состоит из трех основных частей: теории вопроса, примеров и задач. В теоретической части по большинству механических передач в конце раздела приводится алгоритм расчета. Все задачи пособия были предварительно решены, а к части из них даны ответы. Соотношение примеров и задач 1 : 1,5 (при общем числе более трехсот). Примеры и задачи носят практическую направленность. Некоторые примеры и предложенные методы их решения представляют интерес и для специалистов в области проектирования и конструирования деталей и узлов машин. Содержащийся в пособии справочный материал является достаточным, и пользователю не придется тратить время на поиск нужных данных.

При решении некоторых задач по сварным соединениям с консольно расположенными нагрузками получаются биквадратные уравнения, которые не решаются в радикалах. Такие задачи автор предложил (примеры в пособии) решать графическим способом. Метод довольно прост, а точность результата расчетов всегда может быть согласована с точностью исходных данных. Кроме того, в пособии на примерах показано как правильно работать с числами.

Пособие предназначено для студентов машиностроительных специальностей, а также начинающих конструкторов. Особенно оно окажется нужным студентам технических учебных заведений дневной, вечерней и заочной форм обучения, выполняющим домашние, контрольные задания и курсовой проект. Не исключаю, что окажется полезным всем, чья деятельность в той или иной степени связана с деталями машин.

УДК 621.81(075)
ББК 34.44я73

ISBN 978-5-4499-2763-7

© Смирнов А. И., текст, 2022
© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора.....	9
1. Расчет деталей при повторно-переменных напряжениях.....	10
1.1. Общие сведения о прочности деталей.....	10
1.2. Допускаемые напряжения материалов при статической нагрузке.....	12
1.3. Переменные напряжения.....	14
1.3.1. Циклы напряжений и их основные параметры.....	14
1.3.2. Расчет на прочность при линейном и сложном напряженных состояниях.....	26
Примеры.....	33
Задачи.....	46
2. Фрикционные передачи.....	51
2.1. Вращательное движение и его основные параметры.....	51
2.2. Общие сведения о фрикционных передачах.....	53
2.3. Цилиндрическая фрикционная передача.....	55
2.3.1. Основные геометрические и кинематические соотношения. Силы, действующие в передаче.....	55
2.3.2. Расчет цилиндрической фрикционной передачи на контактную выносливость.....	56
2.3.3. Алгоритм расчета цилиндрической фрикционной передачи.....	59
2.4. Коническая фрикционная передача.....	60
2.4.1. Основные геометрические и кинематические соотношения. Силы, действующие в передаче.....	60
2.4.2. Расчет конической фрикционной передачи на контактную выносливость.....	60
2.4.3. Алгоритм расчета конической фрикционной передачи.....	62
2.5. Вариаторы.....	63
Примеры.....	66
Задачи.....	81
3. Ременные передачи.....	83
3.1. Общие сведения.....	83
3.2. Передачи плоскими и клиновыми ремнями.....	88
3.2.1. Кинематические и геометрические соотношения в плоскоременной передаче.....	88
3.2.2. Расчет плоскоременной передачи по тяговой способности.....	91
3.2.3. Расчет клиноременной передачи по тяговой способности.....	96
3.2.4. Поликлиноременная передача и ее расчет.....	101
3.2.5. Алгоритм расчета поликлиноременной передачи.....	103
3.3. Передача зубчатыми ремнями и ее расчет.....	105

3.4. Шкивы ременных передач	108
Примеры.....	112
Задачи	123
4. Цепные передачи	127
4.1. Общие сведения.....	127
4.2. Цепи и звездочки	128
4.3. Основные геометрические и кинематические соотношения в передаче	132
4.4. Силы в ветвях цепи.....	135
4.5. Подбор и проверка цепей на долговечность	137
4.5.1. Роликовые (втулочные) цепи.....	137
4.5.2. Алгоритм расчета роликовой цепной передачи	138
4.6. Зубчатые цепи.....	140
Примеры.....	142
Задачи	160
5. Резьбовые соединения.....	163
5.1. Общие сведения.....	163
5.2. Материалы, классы прочности и допускаемые напряжения	167
5.3. Силовые соотношения в кинематической паре «винт-гайка»	168
5.4. Расчет резьбовых соединений.....	170
5.4.1. Расчет крепежной резьбы.....	170
5.4.2. Расчет болтовых соединений	171
5.4.3. Расчет клеммовых соединений	181
Примеры.....	183
Задачи	200
6. Заклепочные соединения.....	205
6.1. Общие сведения.....	205
6.2. Работа заклепочного соединения при статической нагрузке.....	206
6.3. Классификация заклепочных швов	207
6.4. Расчет прочных заклепочных швов соединения, нагруженных осевой силой... ..	209
6.5. Работа заклепки на растяжение (отрыв головки) и при переменных нагрузках	212
6.5.1. Отрыв головки заклепки при работе ее на растяжение.....	212
6.5.2. Работа заклепочного соединения при переменных нагрузках.....	213
6.6. Особенности конструирования многорядных швов.....	213
6.7. Расчет соединений, нагруженных силой и моментом в плоскости стыка соединяемых деталей.....	214
Примеры.....	216
Задачи	225

7. Сварные соединения	228
7.1. Общие сведения.....	228
7.2. Виды сварных соединений	228
7.3. Выбор допускаемых напряжений.....	231
7.4. Расчет сварных соединений.....	233
7.4.1. Расчет стыковых соединений.....	233
7.4.2. Расчет нахлесточных соединений.....	236
7.4.3. Расчет тавровых соединений.....	238
7.4.4. Расчет контактной сварки.....	241
Примеры.....	241
Задачи	262
8. Шпоночные и шлицевые соединения	267
8.1. Общие сведения.....	267
8.2. Расчет шпоночных и шлицевых соединений	273
8.2.1. Расчет шпоночных соединений.....	273
8.2.2. Расчет шлицевых соединений.....	275
8.3. Выбор материала и допускаемых напряжений.....	282
Примеры.....	283
Задачи	292
9. Соединения деталей с натягом	295
9.1. Общие сведения.....	295
9.2. Расчет на прочность соединений с натягом и подбор посадки	296
Примеры.....	305
Задачи	318
10. Зубчатые передачи.....	321
10.1. Общие сведения.....	321
10.2. Основы теории зубчатого эвольвентного зацепления.....	321
10.3. Геометрия цилиндрической зубчатой передачи с эвольвентным зацеплением.....	326
10.4. Корригирование зубчатых колес	327
10.5. Силы, действующие в зацеплении	331
10.6. Расчет цилиндрической прямозубой передачи на контактную выносливость.....	332
10.7. Расчет цилиндрической прямозубой передачи на изгибную выносливость.....	334
10.8. Основные параметры и коэффициенты	335
10.9. Материалы зубчатых колес и термообработка.....	338
10.10. Расчет допускаемых напряжений.....	339
10.10.1. Расчет допускаемых напряжений на контактную выносливость.....	339

10.10.2. Расчет допускаемых напряжений на изгибную выносливость	342
10.11. Непрямозубые цилиндрические передачи	343
10.11.1. Особенности косозубого зацепления	343
10.11.2. Основные геометрические и кинематические соотношения в косозубых и шевронных передачах	345
10.11.3. Силы, действующие в зацеплении	346
10.11.4. Расчет косозубой передачи на контактную выносливость	347
10.11.5. Расчет косозубой передачи на изгибную выносливость	348
10.12. Конические зубчатые передачи	350
10.12.1. Особенности конических передач	350
10.12.2. Геометрия конических передач с прямыми и кривыми зубьями	351
10.12.3. Силы в зацеплении	356
10.12.4. Расчет конических зубчатых передач	358
Примеры	361
Задачи	396
11. Червячные передачи	399
11.1. Общие сведения	399
11.2. Основные геометрические и кинематические соотношения в червячной передаче	400
11.3. Расчет червячных передач	405
11.3.1. Силы, действующие в зацеплении, показаны на <i>рис. 11.5</i>	405
11.3.2. Проектировочный расчет передачи на контактную выносливость	406
11.3.3. Проверочный расчет передачи на контактную выносливость	407
11.3.4. Проектировочный и проверочный расчеты передачи на изгибную выносливость	407
11.4. Материалы червяка и червячного колеса. Конструкции червячных колес	408
11.5. Допускаемые напряжения	412
11.5.1. Допускаемые напряжения на контактную выносливость	412
11.5.2. Допускаемые напряжения на изгибную выносливость	413
11.6. Рекомендации по подбору основных расчетных параметров червячной передачи	413
11.7. Проверка тела червяка на прочность и жесткость	414
11.8. Расчет червячной передачи на нагрев	416
Примеры	418
Задачи	456
12. Оси и валы	461
12.1. Общие понятия и классификация	461
12.2. Расчет осей	468
12.3. Предварительный расчет и конструирование валов	471

12.4. Расчет валов на прочность и жесткость	474
12.4.1. Нагрузки на валы и расчетные схемы.....	474
12.4.2. Расчет валов и осей на статическую прочность	475
12.4.3. Расчет валов и осей на жесткость.....	478
12.5. Расчет валов на сопротивление усталости.....	481
12.6. Расчет валов на колебания.....	485
Примеры.....	489
Задачи	533
13. Подшипники скольжения.....	539
13.1. Общие сведения.....	539
13.2. Расчет подшипников, работающих в режиме граничного и полужидкостного трения.....	542
13.3. Основные условия возникновения гидродинамической смазки.....	546
13.4. Характеристики режима работы подшипников скольжения	549
13.5. Трение в подшипниках скольжения	553
13.6. Определение диаметра подшипника и выбор отношения l/d	555
13.7. Эксплуатационный режим работы подшипников скольжения.....	557
13.8. Тепловой расчет подшипников	558
13.9. Алгоритм проектировочного расчета подшипника скольжения с оптимальным значением $\xi = 0,3$	560
Примеры.....	560
Задачи	569
14. Подшипники качения	571
14.1. Общие сведения.....	571
14.2. Классификация подшипников качения и их маркировка.....	573
14.3. Характеристика основных типов подшипников качения.....	574
14.4. Конструктивные соотношения подшипников качения.....	578
14.5. Статика подшипника качения.....	580
14.6. Статическая грузоподъемность подшипника.....	581
14.7. Кинематика подшипников качения	585
14.8. Выбор и расчет подшипников	586
14.9. Сдвоенные и строенные радиально-упорные шариковые подшипники и их применение.....	594
14.10. Расчет подшипников при повышенной надежности и типовых режимах нагружения.....	597
14.11. Схемы установки подшипников качения.....	599
Примеры.....	606
Задачи	630

15. Детали аппаратуры, работающей под давлением.....	645
15.1. Общие сведения.....	645
15.2. Расчет основных размеров сосуда	645
15.3. Некоторые положения по расчету тонкостенных оболочек.....	647
15.4. Тонкая цилиндрическая стенка под внутренним давлением	648
15.5. Цилиндрическая стенка под наружным давлением.....	651
15.6. Конструктивные формы и расчет днищ.....	652
15.7. Конические днища	654
15.8. Фланцевые соединения и их расчет	657
15.9. Требования правил безопасности.....	663
Примеры.....	664
Задачи	669
Библиографический список.....	672