



Тюняев А. В., Звездаков В. П., Вагнер В. А.

Детали машин:

Учебник. 2-е изд., испр. и доп.

Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по машиностроительным специальностям

ISBN 978-5-8114-1461-1

Год выпуска 2013

Тираж 1000 экз.

Формат 12,8×20 см

Переплет: твердый

Страниц 736

Цена 1200.10 руб.

В книге изложены основы теории, критерии работоспособности, расчеты прочности и конструирования деталей машин общего назначения: соединений разъемных и неразъемных, передач зацеплением и трением, валов и осей, подшипников скольжения и качения, муфт приводов. Даны методические рекомендации, необходимые для выполнения расчетов, приведены примеры расчетов и конструирования, даны вопросы для самоконтроля усвоенного материала. По этим вопросам приведен обширный библиографический материал, включающий монографии, научно-исследовательские работы, справочники, нормативные материалы, изобретения и патенты. На базе своего опыта работы в машиностроении и преподавания учебных дисциплин в Вузе авторы уделили внимание не только прочностным расчетам, но и нормированию точности с целью повышения качества деталей машин общего назначения.

Книга предназначена для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: «Энергетическое машиностроение», «Машиностроение», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Наземные транспортно-технологические комплексы». А также для студентов машиностроительных специальностей. Может быть полезной слушателям курсов повышения квалификации, аспирантам и преподавателям Вузов, инженерно-техническим работникам в области машиностроения.

Рецензенты:

А. Ю. Иванов — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии приборостроения Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики; *Б. П. Тимофеев* — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой мехатроники Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, заслуженный работник высшей школы; *Г. А. Лаврушин* — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Основы конструирования» Дальневосточного государственного технического университета им. В. В. Куйбышева; *В. С. Кузис* — доктор технических наук, профессор кафедры двигателей Челябинского высшего военного автомобильного командно-инженерного училища (военного института), заслуженный деятель науки РФ.

Предисловие

Курс деталей машин является завершающим в общетехнической подготовке инженера-механика, он базируется на таких научных дисциплинах как теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, материаловедение и термическая обработка материалов, начертательная геометрия и машиностроительное черчение.

Дисциплина «Детали машин» призвана формировать конструкторов широкого профиля – создателей новой техники. Подготовка инженерных кадров высокой квалификации требует новейших информационных данных по всем направлениям. Будущий специалист в процессе обучения должен овладеть знаниями, умениями и навыками как в области специальных, так и общетехнических дисциплин.

Создание машин, отвечающих высокому научно-техническому и производственному уровню, является сложной задачей, требующей совместного изучения показателя качества проектируемой машины, а так же конструктивных и технологических путей их обеспечения с учетом экономических факторов.

Предлагаемый учебник построен в соответствии с принятой классификацией деталей машин и отвечает утвержденной программе и учебным планам подготовки студентов машиностроительных специальностей вузов и включает теорию, расчет и конструирование деталей и узлов общемашиностроительного применения. В тоже время он в

определенной степени отражает фундаментальные вопросы современной техники – создание конструкций, обеспечивающих сбережение материалов, труда и энергии.

В настоящем учебнике получили отражение прогрессивные материалы, новые методики расчетов, а также новые ГОСТы и другие стандарты на расчеты деталей машин; в нем используются утвердившиеся в стандартах, технической документации и литературе термины, определения и буквенные обозначения.

Авторы выражают благодарность доктору технических наук, профессору Б. П. Тимофееву, заведующему кафедрой мехатроники Санкт-Петербургского института точной механики и оптики (Технический университет), доктору технических наук, профессору О. И. Хомутову и профессору Е. И. Лернеру Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова, давшим полезные советы при составлении и рецензировании рукописи.

Тюняев А. В., Звездаков В. П., Вагнер В. А.

Детали машин:

Учебник. 2-е изд., испр. и доп.

Содержание

[Предисловие 3](#)

[Введение 4](#)

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1. Основные критерии работоспособности, надежности и расчета деталей машин 6
2. Стандартизация и взаимозаменяемость в машиностроении 23
3. Машиностроительные материалы 25
4. Шероховатость поверхности деталей машин 35
5. Точность изготовления. Допуски и посадки 40
6. Технологичность деталей машин 56
7. САПР и использование его в курсе деталей машин 61
8. Краткие сведения о вероятностных расчетах деталей машин 66

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

[Глава 1. Резьбовые соединения](#)

- 1.1. Общие сведения, области применения и сравнительная оценка 77
- 1.2. Классификация резьб 80
- 1.3. Элементы цилиндрических резьб 80
- 1.4. Основные типы резьб и методы их изготовления 82
- 1.5. Конструкции крепежных резьбовых деталей и способы их стопорения от самоотвинчивания в резьбовых соединениях 84
- 1.6. Материалы резьбовых деталей, классы прочности и допускаемых напряжения 86
- 1.7. Взаимодействие между винтом и гайкой 91
- 1.8. Расчет резьбы на прочность 97
- 1.9. Расчет резьбовых соединений 99

[Глава 2. Заклепочные соединения](#)

- 2.1. Общие сведения и применение 131
- 2.2. Расчет на прочность элементов заклепочного шва 135
- 2.3. Материалы заклепок и допускаемые напряжения 137

[Глава 3. Сварные соединения](#)

- 3.1. Общие сведения 139
- 3.2. Виды сварных соединений и расчет их на прочность 145
- 3.3. Допускаемые напряжения сварных соединений 160

[Глава 4. Паяные и клеевые соединения](#)

- 4.1. Общие сведения, оценка и применение 168
- 4.2. Паяные соединения 169
- 4.3. Клеевые соединения 174

[Глава 5. Клеммовые соединения 180](#)

[Глава 6. Шпоночные и шлицевые соединения](#)

- 6.1. Общие сведения 187
- 6.2. Критерии работоспособности и расчета 191
- 6.3. Материал шпонок и допускаемые напряжения 193
- 6.4. Зубчатые (шлицевые) соединения 197
- 6.5. Критерии работоспособности и расчет прочности 201

[Глава 7. Соединения деталей с натягом](#)

- 7.1. Общие сведения 215
- 7.2. Виды повреждений и критерии работоспособности соединений с натягом 217

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

Глава 8. Зубчатые передачи

- 8.1. Общие сведения 235
- 8.2. Краткие сведения из геометрии и кинематики эвольвентного зацепления. Методы изготовления зубчатых колес 242
- 8.3. Основные параметры эвольвентного зацепления и зубчатых колес 249
- 8.4. Виды разрушений зубьев. Критерии работоспособности и расчета 253
- 8.5. Точность изготовления зубчатых колес и передач 260
- 8.6. Конструкции зубчатых колес 267
- 8.7. Зубчатые передачи со смещением исходного производящего контура. Геометрические показатели качества эвольвентного зацепления. Блокирующие контуры 269
- 8.8. Модификация исходного контура 277
- 8.9. Материалы. Термическая, химико-термическая обработки и поверхностное упрочнение 283
- 8.10. Силы, действующие в зацеплении цилиндрических эвольвентных зубчатых передач 289
- 8.11. Геометрические показатели качества зацепления. Распределение усилий между зубьями в идеальной и реальной зубчатых передачах 294
- 8.12. Основы расчета зубьев цилиндрических зубчатых колес на прочность 305
- 8.13. Учет нагрузок, изменяющихся во времени 329
- 8.14. Расчет геометрических и кинематических параметров зубчатой передачи 330
- 8.15. Проверочный расчет цилиндрических зубчатых передач на контактную выносливость 334
- 8.16. Проверочный расчет зубьев на выносливость при изгибе 342
- 8.17. Расчет прочности зубьев при действии максимальной нагрузки 342
- 8.18. Примеры проверочных расчетов по ГОСТ 21354-87 350
- 8.19. Цилиндрические передачи с арочными зубьями 363
- 8.20. Цилиндрические передачи с зацеплением Новикова 369
- 8.21. Конические зубчатые передачи 375

Глава 9. Червячные передачи

- 9.1. Общие сведения 421
- 9.2. Элементы червячной передачи 422
- 9.3. Геометрические параметры червячной передачи 431
- 9.4. Расчет червячной передачи на прочность 443
- 9.5. Допускаемые напряжения 452
- 9.6. Расчет передачи на нагрев 454
- 9.7. Краткие сведения о червячных редукторах 456
- 9.8. Смазка червячных передач 459
- 9.9. Пример расчета ортогональной цилиндрической червячной передачи 459

Глава 10. Волновые механические передачи

- 10.1. Общие сведения 468
- 10.2. Передаточное отношение передачи 472
- 10.3. Элементы волновой передачи 474
- 10.4. Проектный расчет волновой передачи 486
- 10.5. Проверочный расчет волновой передачи 488
- 10.6. КПД волновой передачи. Краткие сведения о волновых редукторах 489
- 10.7. Пример расчета волновой передачи 491

Глава 11. Фрикционные передачи

- 11.1. Общие сведения 496
- 11.2. Кинематика фрикционной передачи 498
- 11.3. Статика фрикционной передачи 498
- 11.4. Критерии работоспособности 499
- 11.5. Материалы фрикционных пар 500
- 11.6. Основы расчета фрикционной передачи 501
- 11.7. Краткие сведения о фрикционных вариаторах 503

Глава 12. Ременные передачи

- 12.1. Общие сведения 507
- 12.2. Геометрические зависимости 508
- 12.3. Кинематика ременной передачи 510
- 12.4. Силы в ременной передаче 512
- 12.5. Расчетные напряжения в ремне 519
- 12.6. Критерии работоспособности ременной передачи 521
- 12.7. Плоскоремennая передача 523
- 12.8. Клиноремennые и поликлиновые передачи 536
- 12.9. Шкивы ременных передач 546

Глава 13. Цепные передачи

- 13.1. Общие сведения 555
- 13.2. Элементы цепных передач 557

- 13.3. Критерии работоспособности цепных передач 567
- 13.4. Основные параметры цепных передач 568
- 13.5. Неравномерность скорости движения цепи 573
- 13.6. Натяжение и смазывание цепи. КПД цепных передач 575
- 13.7. Основы расчета цепных передач 576

Глава 14. Передача винт-гайка

- 14.1. Общие сведения 586
- 14.2. Расчет передач скольжения 590
- 14.3. Краткие сведения к расчету передачи винт-гайка качения 593

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ. ВАЛЫ И ОСИ. ПОДШИПНИКИ. МУФТЫ

Глава 15. Валы и оси

- 15.1. Общие сведения 600
- 15.2. Критерии работоспособности и расчета 605
- 15.3. Расчетные схемы валов 606
- 15.4. Расчет на прочность 606
- 15.5. Расчет на жесткость 618

Глава 16. Подшипники

- 16.1. Подшипники скольжения. Общие сведения 642
- 16.2. Конструкции радиальных подшипников скольжения 643
- 16.3. Подшипниковые материалы 644
- 16.4. Смазка. Трение в подшипниках скольжения 645
- 16.5. Критерии работоспособности подшипников скольжения 649
- 16.6. Условные расчеты подшипников 650
- 16.7. Гидродинамический расчет подшипников скольжения 651
- 16.8. Последовательность гидродинамического расчета подшипника 652
- 16.9. Подшипники качения. Общие сведения и классификация подшипников качения 658
- 16.10. Характеристики подшипников основных типов 661
- 16.11. Основы теории подшипников качения 664
- 16.12. Расчет долговечности и выбор подшипников качения 672
- 16.13. Основы конструирования подшипниковых узлов 697

Глава 17. Муфты

- 17.1. Общие сведения, назначение, классификация 715
- 17.2. Муфты неуправляемые постоянные 716

Список литературы 730
