

Жуков, В. А. Механика : основы расчета и проектирования деталей машин : учебное пособие / В. А. Жуков, Ю. К. Михайлов. — Москва : Инфра-М, 2015. — 347, [1] с. : ил., табл., схемы. — (Высшее образование – Бакалавриат). — Библиогр. : с. 340-341.

УДК 621.81:531(075.8)

ББК 34

Ч/З №1 — 1 экз.

Учебное пособие соответствует содержанию дисциплин «Прикладная механика», «Детали машин и основы конструирования» профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлениям 150000 подготовки бакалавров и специалистов. Пособие включает в себя учебные материалы по статике и динамике машин и механизмов, по теориям прочности и механическим свойствам конструкционных сталей, по трению и износу, основам проектирования типовых деталей и узлов машин и механизмов (передач, подшипников, соединений и т.п.).

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров в области техники и технологии, а также дипломированных специалистов, рабочими планами которых не предусмотрено изучение отдельных курсов «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов», «Теория машин и механизмов» и «Детали машин и основы конструирования». Может быть использовано в системах непрерывного образования.



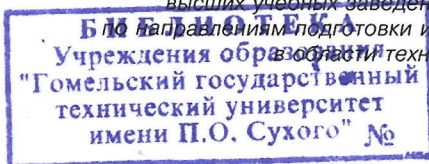
В.А. ЖУКОВ, Ю.К. МИХАЙЛОВ

МЕХАНИКА

ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Рекомендовано
Учебно-методическим объединением
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся
по направлениям подготовки и специальностям
в области техники и технологии






Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

Соответствует
Федеральному государственному
образовательному стандарту
3-го поколения


Москва
ИНФРА-М
2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Основные понятия и законы механики	7
1.1. Классификация технических объектов	7
1.2. Основные понятия механики	10
1.2.1. Работа и сила	10
1.2.2. Закон взаимодействия и закон инерции	13-1
1.2.3. Работа и момент сил	13
1.2.4. Работа и мощность	18
1.3. Условия равновесия в механике	19
1.3.1. Равновесие материальной точки	19
1.3.2. Равновесие абсолютно твердого тела	21
1.4. Виды связей и реакции связей	23
1.5. Типы механических систем и условия их равновесия	27
1.5.1. Кинематические пары	27
1.5.2. Степень свободы механической системы	29
1.5.3. Типы неподвижных систем	31
1.5.4. Структурно-кинематическая модель кривошипно-шатунного механизма	33
1.6. Анализ подвижности и условий равновесия пространственных механических систем	35
2. Основные понятия и законы механики упругого деформируемого тела	41
2.1. Внутренние силы и моменты сил, напряжения	41
2.2. Изгибающий момент и перерезывающая сила	43
2.3. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов	45
2.3.1. Дифференциальные зависимости изгибающих моментов и перерезывающих сил	46
2.3.2. Применение дифференциальных зависимостей при построении эпюр изгибающих моментов и перерезывающих сил	47
2.4. Механические характеристики конструкционных материалов при растяжении	50
2.5. Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности	55
2.6. Закон Гука для линейного напряженного состояния	59
2.6.1. Статически определимые системы при растяжении—сжатии	59




2.6.2. Модель прочностной надежности	61
2.6.3. Статически неопределимые системы при растяжении—сжатии	64
2.7. Напряженное и деформированное состояния	66
2.7.1. Плоское и объемное напряженное состояние	67
2.7.2. Напряжения в наклонных сечениях	69
2.7.3. Сдвиг	74
2.8. Теории прочности	77
2.8.1. Теория наибольших нормальных напряжений	78
2.8.2. Теория наибольших линейных деформаций	79
2.8.3. Теория наибольших касательных напряжений	79
2.8.4. Энергетическая теория прочности	81
2.8.5. Коэффициент запаса прочности при наличии нормальных и касательных напряжений	84
 2.8.6. Качественное соотношение между сопротивлением пластической деформации и сопротивлением разрушению	85
3. Кручение и изгиб стержней	86
3.1. Кручение	86
3.1.1. Геометрические характеристики сечения при кручении	88
3.1.2. Расчеты на прочность и жесткость при кручении	90
3.2. Расчеты цилиндрических винтовых пружин	91
3.3. Чистый изгиб	93
3.3.1. Моменты инерции плоских сечений при изгибе	98
3.3.2. Моменты инерции при параллельном смещении главных осей	101
3.4. Косой изгиб балок	104
3.5. Внецентренное сжатие стержней	105
 3.6. Поперечный изгиб балок и стержней	108
3.7. Устойчивость стержней при продольном сжатии	108
3.8. Определение прогибов и углов поворота	114
3.8.1. Метод интегрирования уравнения изогнутой оси стержня	115
3.8.2. Энергетический метод определения прогибов и углов поворота	116
3.8.3. Теорема о минимуме потенциальной энергии	122
4. Трение в механизмах	124
4.1. Трение скольжения	124
4.1.1. Общие сведения	124
 4.1.2. Трение и подвижность механизмов с поступательными кинематическими парами	127

☁ 4.1.3. Трение и подвижность механизмов с вращательными кинематическими парами	127
4.1.4. Трение и подвижность механизмов с винтовыми парами	127
4.1.5. Виды изнашивания пар и критерии износоустойчивости пар трения скольжения в условиях граничного режима трения	132
4.2. Трение качения	137
4.2.1. Общие сведения	137
4.2.2. Потери мощности в поступательных парах	139
☁ 4.2.3. Потери мощности во вращательных парах	140
☁ 4.2.4. Потери мощности в винтовых парах	140
☁ 4.2.5. Контактные напряжения и виды повреждения пар качения	140
5. Основы методологии проектирования механизмов	141
5.1. Основы построения модели технического объекта	142
5.1.1. Системный подход к анализу и синтезу машин и механизмов	142
5.1.2. Функциональный метод	143
5.1.3. Функционально-стоимостный метод	146
5.2. Надежность и экономичность при моделировании технического объекта	149
5.2.1. Надежность и тенденции современного машиностроения	149
5.2.2. Принцип взаимозаменяемости	150
5.2.3. Экономичность и проектирование	155
5.2.4. Принцип равной надежности	157
5.2.5. Основы выбора конструкционных сталей и сплавов	158
6. Усталостная прочность и расчет деталей при переменных напряжениях	162
6.1. Характеристики прочности при переменных напряжениях	162
6.2. Оценка влияния различных факторов на предел выносливости деталей	166
6.2.1. Учет коэффициента асимметрии цикла	166
6.2.2. Учет формы и размеров детали	169
6.3. Определение коэффициента запаса прочности при переменных напряжениях	175
6.3.1. Регулярные режимы изменения напряжений	175
6.3.2. Регулярный режим при переменных напряжениях в области ограниченной выносливости	178
☁ 6.3.3. Нерегулярный режим при переменных напряжениях в области ограниченной выносливости	179

7. Зубчатые цилиндрические передачи	180
7.1. Общие сведения о передачах	180
7.1.1. Классификация передач	180
7.1.2. Виды зубчатых передач	183
7.2. Определение параметров электромеханического привода с цилиндрическим редуктором	184
7.3. Кинематические параметры зубчатых передач	188
7.3.1. Профиль зубьев и постоянство момента T на выходном валу	189
7.3.2. Способы профилирования эвольвентного зацепления	191
7.3.3. Постоянство передаточного отношения цилиндрических зубчатых передач с эвольвентным профилем зубьев	193
7.3.4. Коэффициент перекрытия	194
7.3.5. Геометрический расчет косозубой передачи	197
7.4. Расчет и проектирование цилиндрических зубчатых передач	201
7.4.1. Виды отказов и основные материалы зубчатых передач	201
7.4.2. Составляющие нормальной силы в цилиндрических зубчатых передачах	204
7.4.3. Расчет прямозубой передачи по контактным напряжениям	205
7.4.4. Особенности расчета косозубых цилиндрических передач по контактным напряжениям	211
7.4.5. Допускаемые контактные напряжения	213
7.4.6. Выбор материала зубчатых передач	217
7.4.7. Оценка изгибной прочности зубьев прямозубых колес	218
7.4.8. Оценка изгибной прочности зубьев косозубых колес	221
 8. Червячные передачи	224
8.1. Общие сведения о червячных передачах	224-1
8.1.1. Коэффициент полезного действия червячной передачи	224-1
8.1.2. Кинематические и геометрические характеристики червячной передачи	224-4
8.2. Расчет и проектирование червячных передач	224-6
8.2.1. Виды отказов и основные материалы червячных передач	224-6
8.2.2. Составляющие нормальной силы в червячной передаче	224-7
8.2.3. Расчет червячных передач по контактным напряжениям	224-8
8.2.4. Тепловой расчет червячного редуктора	224-14

9. Ременные передачи	225
9.1. Общие сведения о ременных передачах	225
9.1.1. Классификация ременных передач	225
9.1.2. Силовые и кинематические соотношения плоскоремной передачи	226
☁ 9.1.3. Передаточное отношение и конструктивные параметры ременных передач	231
9.2. Основы расчета ременных передач	231
9.2.1. Тяговое способность и скольжение в ременных передачах	231
9.2.2. Напряжения в ремне	233
☁ 9.3. Методика расчета клиноременных передач	234
10. Опоры вращения, валы и муфты	235
10.1. Подшипники качения	235
10.1.1. Общие сведения	235
10.1.2. Виды повреждений и материалы подшипников качения	238
10.1.3. Динамическая грузоподъемность подшипников качения	239
10.1.4. Эквивалентная динамическая нагрузка	243
10.1.5. Особенности определения нагрузки радиально-упорных подшипников	245
10.1.6. Статическая грузоподъемность подшипников качения	250
10.2. Валы	251
10.2.1. Проектировочный расчет валов	251
10.2.2. Проверочный расчет вала	254
10.3. Подшипники скольжения	262
10.3.1. Общие сведения	262
☁ 10.3.2. Основы гидродинамической теории жидкостного трения	265
☁ 10.3.3. Работоспособность и параметры подшипника скольжения	265
☁ 10.3.4. Расчет радиальных подшипников жидкостного трения	265
☁ 10.3.5. Расчет подшипника при граничном трении	265
10.4. Муфты	265
11. Соединения деталей машин и механизмов	269
11.1. Шпоночные и шлицевые соединения	270
11.1.1. Общие сведения	270
11.1.2. Расчет соединения призматическими шпонками	272

☁ 11.1.3. Расчет зубчатых (шлицевых) соединений	274
11.2. Резьбовые соединения	274
11.2.1. Общие сведения	274
11.2.2. Прочностный расчет деталей резьбового соединения	278
11.2.3. Расчет группового резьбового соединения при действии растягивающей нагрузки в плоскости стыка	280
☁ 11.2.4. Расчет группового резьбового соединения при действии сдвигающей силы и момента, вектор которого перпендикулярен плоскости стыка	289
☁ 11.2.5. Расчет группового резьбового соединения при действии момента, вектор которого параллелен плоскости стыка	289
☁ 11.2.6. Расчет группового резьбового соединения при совместном действии сил и моментов сил	289
11.3. Соединения деталей посадкой с натягом	289
11.3.1. Общие сведения	289
11.3.2. Расчет прочности соединения	292
11.3.3. Определение расчетного значения натяга	294
11.3.4. Прочностный расчет деталей соединения посадкой с натягом	298
☁ 11.3.5. Определение параметров технологических процессов сборки соединений с натягом	300
☁ 11.4. Сварные соединения	301
11.4.1. Общие сведения	301-1
11.4.2. Методика расчета стыковых швов	301-6
11.4.3. Методика расчета угловых швов	301-7
11.4.4. Методика расчета тавровых соединений	301-14
11.4.5. Назначение допускаемых напряжений	301-16
12. Динамика механической системы	302
12.1. Инерционность механических систем	302
12.1.1. Обобщение условий равновесия при анализе динамической системы	302
12.1.2. Моменты инерции тел при вращательном движении	307
12.2. Колебания механических систем	312
12.2.1. Уравнение динамики поступательного движения	312
12.2.2. Кинематика и векторная интерпретация колебательных процессов	314

12.2.3. Свободные колебания без затухания	317
12.2.4. Свободные колебания с потерей энергии, пропорциональной скорости	321
12.2.5. Вынужденные колебания механической системы	325
12.2.6. Векторная диаграмма сил динамической системы	328
12.2.7. Виброизоляция сооружений	331
12.2.8. Амортизация технических объектов	332
 12.2.9. Уравнение динамики вращательного движения	334
12.2.10. Динамическая модель машинного агрегата	334
 12.2.11. Критическая частота вращения вала	338
 ПРИЛОЖЕНИЕ	339
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	340
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	340