

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Раздел первый ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ	
1. Работоспособность, функциональность, надёжность	9
1.1. Классификация технических объектов	9
1.2. Анализ функциональности механизмов	12
1.2.1. Анализ подвижности механизма	13
1.2.2. Энергосиловой анализ механизма	17
1.2.3. Кинематическое согласование	23
1.2.4. Анализ действий оператора (рабочего)	23
1.3. Надёжность и виды отказов	26
1.4. Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности	29
1.5. Анализ надёжности деталей ручного домкрата	34
1.6. Проектирование винтового механизма	41
2. Основы методологии проектирования механизмов и машин	45
2.1. Построение модели технического объекта	46
2.1.1. Системный подход к анализу и синтезу машин и механизмов	46
2.1.2. Функциональный метод	47
2.1.3. Функционально-стоимостный метод	49
2.1.4. Принципы разработки модели технического объекта и оптимальное проектирование	51
2.2. Надёжность и экономичность при моделировании технического объекта	54
2.2.1. Надёжность и тенденции современного машиностроения	54
2.2.2. Принцип взаимозаменимости	56
2.2.3. Экономичность и проектирование машин и механизмов	61
2.2.4. Критерии выбора материалов деталей машин и механизмов для работы в области климатических температур	68
2.3. Надёжность деталей машин и механизмов при переменных напряжениях	71
2.3.1. Определение характеристик прочности при переменных напряжениях	73
2.3.2. Оценка при проектировании влияния различных факторов на предел выносливости детали	75
2.3.3. Определение коэффициента запаса прочности при переменных напряжениях	84
3. Критерии работоспособности зубчатых передач	91
3.1. Общие сведения о функциональности механических передач	91
3.1.1. Классификация механических передач	92
3.1.2. Виды зубчатых передач	95
3.1.3. Согласование параметров двигателя и исполнительного механизма	99
3.1.4. Профиль зубьев и постоянство момента на выходном валу	105
3.1.5. Постоянство передаточного отношения зубчатых передач с эвольвентным профилем зубьев	108
3.1.6. Способы профилирования эвольвентного зацепления	109
3.1.7. Коэффициент перекрытия	111
3.1.8. Геометрический расчёт прямозубой и косозубой передач	114

3.2.	Прочность цилиндрических зубчатых передач	118
3.2.1.	Виды отказов и основные материалы зубчатых передач	118
3.2.2.	Составляющие нормальной силы в цилиндрических зубчатых передачах	119
3.2.3.	Определение контактных напряжений цилиндрической передачи ..	121
3.2.4.	Определение коэффициента расчётной нагрузки	125
3.2.5.	Допускаемые контактные напряжения $[\sigma_H]$	128
3.2.6.	Оценка контактной прочности при действии максимальной нагрузки	133
3.2.7.	Определение изгибных напряжений зубьев цилиндрических колёс	134
3.2.8.	Определение допускаемых напряжений при изгибе зубьев	139
	4. Проектирование цилиндрического редуктора	142
4.1.	Определение параметров цилиндрических зубчатых передач	142
4.1.1.	Определение геометрических параметров цилиндрических зубчатых передач по допускаемым напряжениям	142
4.1.2.	Условия сборки цилиндрических редукторов	146
4.1.3.	Выбор материала зубчатых передач	148
4.1.4.	Оптимизация зубчатых передач	151
4.2.	Определение диаметров валов редуктора и предварительный выбор подшипников качения	153
4.2.1.	Согласование деталей и узлов привода	154
4.2.2.	Определение диаметральных размеров валов редуктора	156
4.2.3.	Разработки эскиза редуктора	159
	5. Валы, опоры вращения и муфты	162
5.1.	Валы	162
5.1.1.	Разработка структурной и расчётной схем валов	162
5.1.2.	Проверочный расчёт вала	166
5.2.	Подшипники качения	170
5.2.1.	Общие сведения	170
5.2.2.	Виды повреждений и материалы подшипников качения	174
5.2.3.	Динамическая грузоподъёмность подшипников качения	176
5.2.4.	Эквивалентная динамическая нагрузка	179
5.2.5.	Особенность определения нагрузки радиально-упорных подшипников	180
5.2.6.	Статическая грузоподъёмность подшипников качения	185
5.3.	Подшипники скольжения	186
5.3.1.	Общие сведения	186
5.3.2.	Основы гидродинамической теории жидкостного трения	191
5.3.3.	Работоспособность и параметры подшипника скольжения	196
5.3.4.	Расчёт радиальных подшипников жидкостного трения	197
5.3.5.	Расчёт подшипника при граничном трении	200
5.4.	Муфты	202
	6. Соединения деталей машин	206
6.1.	Шпоночные и шлицевые соединения	206
6.1.1.	Общие сведения	206
6.1.2.	Расчёт соединения призматическими шпонками	209
6.1.3.	Расчёт зубчатых (шлицевых) соединений	211
6.2.	Соединения деталей посадкой с натягом	213
6.2.1.	Общие сведения	213

6.2.2.	Работоспособность соединения посадкой с натягом	216
6.2.3.	Определение расчётного значения натяга	219
6.2.4.	Прочностной расчёт деталей соединения посадкой с натягом	223
6.2.5.	Определение параметров технологических процессов сборки соединений посадкой с натягом	225
6.3.	Резьбовые соединения	230
6.3.1.	Общие сведения	230
6.3.2.	Прочностной расчёт деталей резьбового соединения	233
6.3.3.	Расчёт группового резьбового соединения при действии растягивающей нагрузки в плоскости стыка	237
6.3.4.	Расчёт группового резьбового соединения при действии сдвигающей силы и момента, вектор которого перпендикулярен плоскости стыка	243
6.3.5.	Расчёт группового резьбового соединения при действии момента, вектор которого параллелен плоскости стыка	247
6.3.6.	Расчёт группового резьбового соединения при совместном действии сил и моментов сил	249
6.4.	Сварные соединения	253
6.4.1.	Общие сведения	253
6.4.2.	Методика расчёта стыковых швов	258
6.4.3.	Методика расчёта угловых швов	259
6.4.4.	Методика расчёта тавровых соединений	265
6.4.5.	Назначение допускаемых напряжений	266

Раздел второй МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

7.	Червячные передачи	270
7.1.	Общие сведения о червячных передачах	270
7.1.1.	Коэффициент полезного действия червячной передачи	270
7.1.2.	Кинематические и геометрические параметры червячной передачи	273
7.2.	Расчёт и проектирование червячных передач	275
7.2.1.	Виды отказов и основные материалы червячных передач	275
7.2.2.	Составляющие нормальной силы в червячной передаче	276
7.2.3.	Расчёт червячной передачи по контактным напряжениям	277
7.2.4.	Тепловой расчёт червячного редуктора	283
8.	Планетарные передачи	286
8.1.	Общая характеристика планетарных передач	286
8.2.	Условия сборки планетарных передач	288
8.3.	Передаточные отношения планетарных передач	290
8.4.	Мощности, моменты и силы в планетарных передачах	294
8.5.	Особенности оценки надёжности планетарных передач	298
9.	Волновые передачи	304
9.1.	Кинематика волновых передач	304
9.2.	Прочностной расчёт волновых передач	308
9.2.1.	Проектировочный расчёт волновой передачи	309
9.2.2.	Определение геометрических параметров волновой передачи	311
9.2.3.	Проверочный расчёт волновой передачи	312
10.	Конические передачи	318
10.1.	Геометрические параметры конических передач	318

10.2.	Профилирование зубьев конических колес	320
10.3.	Прочностные расчёты конических передач	322
10.3.1.	Силы в зацеплении конических передач	322
10.3.2.	Контактная прочность конической передачи	323
10.3.3.	Изгибная прочность зубьев конической передачи	327
10.3.4.	Определение геометрических и кинематических параметров конической передачи	328
10.4.	Разработка эскиза коническо-цилиндрического редуктора	333
	11. Ременные передачи	336
11.1.	Общие сведения о ременных передачах	336
11.1.1.	Классификация ременных передач	336
11.1.2.	Силовые и кинематические соотношения плоскоременной передачи	337
11.1.3.	Передаточное отношение и конструктивные параметры ременных передач	341
11.2.	Основы расчёта ременных передач	342
11.2.1.	Тяговая способность и скольжение в ременных передачах	342
11.2.2.	Напряжения в ремне	346
11.3.	Методика расчёта клиноременных передач	349
11.4.	Поликлиноременная передача	353
11.5.	Зубчаторемennая передача	356
	12. Передачи с приводными цепями	363
12.1.	Общие сведения	363
12.2.	Надёжность цепных передач	368
12.2.1.	Виды отказов и основные материалы цепных передач	368
12.2.2.	Определение параметров цепной передачи по критерию прочности цепи на разрыв	370
12.2.3.	Расчёт роликовых и втулочных цепей по износостойкости	372
12.2.4.	Расчёт зубчатой цепи по износостойкости	381
12.2.5.	Расчёт цепных передач по критерию усталостной прочности	383
12.3.	Звёздочки цепных передач	384
	13. Динамика механического привода	387
13.1.	Равновесие динамической системы	387
13.2.	Динамическая модель машинного агрегата	390
13.2.1.	Модель машинного агрегата при постоянной частоте вращения	390
13.2.2.	Свободные крутильные колебания с потерей энергии, пропорциональной скорости	393
13.2.3.	Вынужденные крутильные колебания	395
13.2.4.	Колебательные процессы при возмущающих нагрузках ударного типа	400
	ПРИЛОЖЕНИЕ	405
	РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	412
	ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ	412