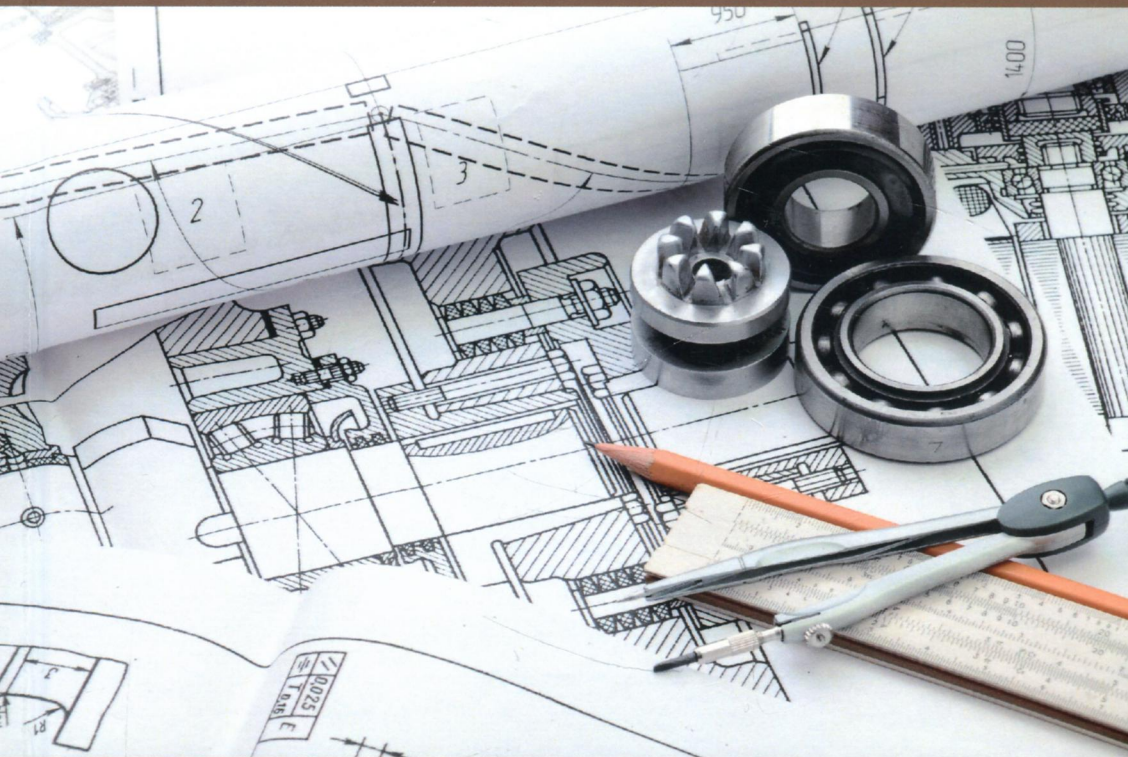


А. А. Митюрёв, Н. М. Пузырев,
В. В. Гараников, О. В. Дорогов



КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 621.81:681.3
ББК 34.42+32.81
К93

Авторы:

Митюрев А. А., Пузырев Н. М.,
Гараников В. В., Дорогов О. В.

Рецензенты:

заведующий кафедрой технологических машин и оборудования ТвГТУ,
лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники,
профессор, доктор технических наук *Зюзин Б. Ф.*;
директор ООО «Научно-производственное объединение «Нисаба»»
доктор технических наук, профессор *Гамаюнов С. Н.*

К93 **Курсовое проектирование по прикладной механике** : учебное пособие / [Митюрев А. А. и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 352 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1138-7

Изложены сведения из области кинематики и динамики рычажных механизмов и механических передач. Представлены теоретические основы сопротивления материалов, методы расчёта на прочность, жёсткость, долговечность наиболее распространенных деталей и узлов механизмов и машин. Даются практические навыки по конструированию некоторых машин и агрегатов, являющихся общими для различных областей машиностроения. Рассмотрены и пояснены примеры решения задач теории механизмов и машин: анализа и синтеза механизмов, структурного, кинематического и силового анализа рычажных механизмов и электромеханических приводов машин. Приведены примеры выполнения отдельных разделов курсовых работ и курсовых проектов с использованием графических, графоаналитических и аналитических методов.

Будет полезно при самостоятельной работе над расчётно-графическими, курсовыми работами и курсовыми проектами студентам, изучающим дисциплину «Прикладная механика».

УДК 621.81:681.3
ББК 34.42+32.81

ISBN 978-5-9729-1138-7

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРИКЛАДНУЮ МЕХАНИКУ.....	3
1.1. Основные принципы и этапы разработки и проектирования машин.....	3
1.2. Условия нормальной работы деталей, механизмов и машин.....	5
1.3. Главные критерии работоспособности машин.....	8
1.3.1. <i>Общие принципы прочностных расчётов деталей машин.....</i>	9
1.3.2. <i>Жёсткость деталей машин.....</i>	17
1.3.3. <i>Износо-коррозионная стойкость деталей машин.....</i>	19
1.3.4. <i>Теплостойкость деталей машин.....</i>	20
1.3.5. <i>Виброустойчивость деталей машин.....</i>	21
1.4. Общие направления повышения надёжности деталей машин	22
1.5. Требования к машинам и критерии их качества.....	23
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН....	25
2.1. Кинематический анализ механизмов.....	25
2.1.1. <i>Графоаналитический метод кинематического анализа механизма. Общие положения.....</i>	26
2.1.2. <i>План механизма, план скоростей и план ускорений на примере механизма шарнирного четырёхзвенника.....</i>	26
2.2. Силовой анализ механизмов.....	33
2.2.1. <i>Основные положения.....</i>	33
2.2.2. <i>Силы инерции звеньев и моменты от сил инерции.....</i>	34
2.2.3. <i>Разделение механизма на структурные группы.....</i>	37
2.2.4. <i>Силовой анализ характерной структурной группы.....</i>	39
2.2.5. <i>Силовой анализ ведущего звена.....</i>	42
Пример 1. Кинематический и силовой анализ механизма шарнирного четырёхзвенника.....	44
Пример 2. Кинематический и силовой анализ кривошипно-ползунного механизма.....	68
ГЛАВА 3. ОСНОВЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	90
3.1. Введение в сопротивление материалов.....	90
3.1.1. <i>Объекты курса.....</i>	90
3.1.2. <i>Внешние силы.....</i>	91
3.1.3. <i>Основные понятия и гипотезы (допущения).....</i>	92
3.1.4. <i>Внутренние силы и их определение. Метод сечений.....</i>	93
3.1.5. <i>Понятие о напряжении и напряжённом состоянии.....</i>	95
3.2. Статически определимая задача деформации растяжения-сжатия.....	96

Пример 3. Статически определимая задача деформации растяжения-сжатия бруса.....	97
3.3. Статически неопределимая задача деформации растяжения-сжатия.....	102
Пример 4. Статически неопределимая задача деформации растяжения-сжатия бруса.....	104
3.4. Деформация кручения вала.....	110
Пример 5. Деформация кручения вала.....	112
3.5. Изгиб стержневых систем.....	118
Пример 6. Деформация изгиба балки.....	121

ГЛАВА 4. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ..... 126

4.1. Передаточные механизмы.....	127
4.1.1. Основные кинематические и силовые отношения в передачах.....	130
4.1.2. Основные характеристики механических передач.....	131
4.2. Механические передачи вращательного движения.....	135
4.2.1. Зубчатые передачи.....	136
4.2.2. Червячные передачи.....	139
4.2.3. Фрикционные передачи.....	140
4.2.4. Цепные передачи.....	141
4.2.5. Ремённые передачи.....	142
4.2.6. Передачи винт-гайка.....	144
4.2.7. Передачи с постоянным передаточным числом.....	144
4.2.8. Передачи с переменным передаточным числом.....	144
4.3. Кинематический, силовой и энергетический расчёты привода.....	146
Пример 7. Кинематический, силовой и энергетический расчёты привода с применением одноступенчатого цилиндрического редуктора и цепной передачи.....	149
Пример 8. Кинематический, силовой и энергетический расчёты привода с применением ремённой передачи и одноступенчатого цилиндрического редуктора.....	152

ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ..... 155

5.1. Проектирование и расчёт цилиндрических зубчатых передач.....	155
5.1.1. Формирование исходных данных для проектирования зубчатых передач.....	155
5.1.2. Критерии работоспособности и расчёта зубчатых передач.....	155

5.1.3. Выбор материала и вида термообработки для зубчатых колёс.....	158
5.1.4. Определение допускаемых напряжений материала зубьев.....	159
5.1.5. Определение межсосевого расстояния зубчатых передач.....	164
5.1.6. Геометрический расчёт зубчатых передач.....	166
5.1.7. Проверочный расчёт зубьев по контактным напряжениям.....	168
5.1.8. Расчёт сил в зубчатом зацеплении.....	172
5.1.9. Проверочный расчёт зубьев по напряжениям изгиба.....	172
Пример 9. Проектирование и расчёт косозубой цилиндрической зубчатой передачи.....	174
5.2. Проектирование и расчёт ремённых передач.....	181
5.2.1. Определение основных геометрических и кинематических параметров ремённых передач.....	181
5.2.2. Определение сил и напряжений в ветвях ремня.....	183
5.2.3. Формирование исходных данных для проектирования ремённых передач.....	184
5.2.4. Критерии работоспособности и расчёта ремённых передач.....	185
5.2.5. Проектный расчёт плоскоремённой и клиноремённой передач.....	185
5.2.6. Проверочный расчёт плоскоремённой и клиноремённой передач.....	200
5.2.7. Определение нагрузок на валы и опоры ремённой передачи.....	202
5.2.8. Конструкции шкивов для плоскоремённых и клиноремённых передач.....	204
5.2.9. Основные характеристики плоских и клиновых ремней.....	206
Пример 10. Проектирование и расчёт плоскоремённой передачи.....	208
Пример 11. Проектирование и расчёт клиноремённой передачи.....	214
5.3. Проектирование и расчёт цепных передач.....	223
5.3.1. Определение основных геометрических и кинематических параметров цепных передач.....	223
5.3.2. Основные силовые зависимости в цепной передаче.....	228
5.3.3. Виды отказов элементов и деталей цепных передач.....	229
5.3.4. Формирование исходных данных для проектирования цепных передач.....	230
5.3.5. Критерии работоспособности и расчёта цепных передач.....	231
5.3.6. Проектный расчёт цепных передач.....	236
5.3.7. Проверочный расчёт цепных передач.....	239

5.3.8. <i>Определение нагрузок на валы и опоры цепной передачи...</i>	241
5.3.9. <i>Конструкции звёздочек роликовых и втулочных цепей.....</i>	242
Пример 12. Проектирование и расчёт передачи приводной роликовой цепью.....	243
ГЛАВА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ ВАЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	250
6.1. Основные положения.....	250
6.1.1. <i>Критерии работоспособности и расчёта валов.....</i>	251
6.2. Проектный расчёт валов.....	252
Пример 13. Проектный расчёт быстроходного вала одноступенчатого цилиндрического прямозубого редуктора.....	257
Пример 14. Проектный расчёт тихоходного вала одноступенчатого цилиндрического косозубого редуктора.....	259
6.3. Проверочный расчёт валов.....	261
6.3.1. <i>Проверочный расчёт валов на статическую прочность....</i>	263
6.3.2. <i>Проверочный расчёт валов на усталостную прочность....</i>	264
Пример 15. Проверочный расчёт быстроходного вала цилиндрического прямозубого редуктора на статическую и усталостную прочность.....	269
Пример 16. Проверочный расчёт тихоходного вала цилиндрического косозубого редуктора на статическую и усталостную прочность.....	278
ГЛАВА 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ ОПОР ВАЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	290
7.1. Опоры валов и осей.....	290
7.1.1. <i>Подшипники скольжения.....</i>	290
7.1.2. <i>Подшипники качения.....</i>	291
7.1.3. <i>Критерии работоспособности и расчёта подшипников качения.....</i>	298
7.2. Методика подбора подшипников качения.....	299
7.2.1. <i>Расчёт подшипников качения по статической грузоподъёмности.....</i>	307
7.2.2. <i>Расчёт подшипников качения на заданный ресурс.....</i>	309
Пример 17. Расчёт подшипников для опор быстроходного вала одноступенчатого цилиндрического прямозубого редуктора.....	318
Пример 18. Расчёт подшипников для опор тихоходного вала одноступенчатого цилиндрического косозубого редуктора.....	321
ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	327
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	345