

В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов

ДЕТАЛИ МАШИН КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КНИГА 1

УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: бакалавров и магистров «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru, а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»

Гурин, В. В. Детали машин. Курсовое проектирование. В 2 книгах. Книга 1 : учебник для вузов / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов. — Москва : Юрайт, 2022. — 366 с. — (Высшее образование).

УДК 621.81(075.8)

ББК 34

Чит. зал №1 — 1 экз.

Для максимально эффективного использования машинного парка в современном производстве инженер должен владеть основами общего машиноведения, должен представлять себе не только общие принципы устройства механизмов, но и принципы их проектирования. В настоящем учебнике рассмотрены основные принципы и правила выполнения конструкторских документов при проектировании изделий машиностроения и их деталей на основании существующих в настоящее время стандартов, а также правила выполнения текстовых и графических документов, расчеты привода и его составляющих, справочные материалы. Приведена методика работы над проектом в четырех стадиях (техническое задание, эскизное и техническое проектирование, рабочая документация).

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1. Содержание курсового проекта | 4 |
| 1.1. Объекты курсового проектирования | 4 |
| 1.2. Виды изделий | 5 |
| 1.3. Виды конструкторских документов | 6 |
| 1.4. Стадии разработки | 7 |
| 1.5. Кинематические схемы | 8 |
| 1.6. Личный шифр студента | 9 |
| 1.7. Задания на курсовое проектирование | 9 |
| 1.8. Объем курсового проекта | 11 |
| 1.8.1. Расчет и эскизный проект | 11 |
| 1.8.2. Технический проект | 12 |
| 1.8.3. Рабочая документация | 13 |
| 1.8.3.1. Червячное колесо | 13 |
| 1.8.3.2. Цилиндрическое колесо | 14 |
| 1.8.3.3. Коническое колесо | 14 |
| 1.8.3.4. Выходной вал редуктора | 14 |
| 1.9. Рекомендуемый порядок выполнения проекта | 15 |
| 2. Основные правила выполнения конструкторской документации | 17 |
| 2.1. Общие положения | 17 |
| 2.2. Форматы | 18 |
| 2.3. Текстовые технические документы | 18 |
| 2.3.1. Общие положения | 18 |
| 2.3.2. Обозначение изделий и конструкторских документов | 19 |
| 2.3.3. Основная надпись | 20 |
| 2.3.4. Общие правила выполнения текстов | 21 |
| 2.3.5. Состав пояснительной записки к курсовому проекту | 22 |
| 2.3.6. Титульный лист | 22 |
| 2.3.7. Содержание | 22 |
| 2.3.8. Техническое задание | 24 |
| 2.3.9. Введение | 24 |
| 2.3.10. Построение текста технического документа | 24 |
| 2.3.11. Изложение текста | 26 |
| 2.3.11.1. Условные буквенные и графические обозначения. Математические знаки | 26 |
| 2.3.11.2. Числа в тексте | 31 |
| 2.3.11.3. Написание формул | 31 |
| 2.3.11.4. Оформление примечаний | 34 |
| 2.3.11.5. Единицы физических величин | 34 |
| 2.3.12. Иллюстрации | 36 |
| 2.3.13. Графики и диаграммы | 37 |
| 2.3.14. Таблицы | 38 |
| 2.3.15. Список литературы | 39 |
| 2.3.16. Приложения | 39 |
| 2.3.17. Спецификация | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4. Правила выполнения графической части курсового проекта..... | 43 |
| 2.4.1. Общие правила оформления чертежей | 43 |
| 2.4.1.1. Форматы | 43 |
| 2.4.1.2. Обозначение изделий и конструкторских документов..... | 43 |
| 2.4.1.3. Основные надписи и их расположение на чертежах | 43 |
| 2.4.1.4. Линии..... | 45 |
| 2.4.1.5. Изображения предметов | 45 |
| 2.4.1.6. Графические обозначения материалов и правила их нанесения на чертежах..... | 52 |
| 2.4.2. Нанесение размеров | 52 |
| 2.4.2.1. Основные требования.. | 53 |
| 2.4.2.2. Правила указания размеров..... | 55 |
| 2.4.2.3. Нанесение размеров на чертеж детали..... | 58 |
| 2.4.2.4. Нанесение размеров на чертеж сборочной единицы | 60 |
| 2.4.3. Допуски и посадки | 60 |
| 2.2.3.1. Применение ЕСДП для гладких цилиндрических и плоских соединений..... | 60 |
| 2.4.3.1.1. Общие положения..... | 60 |
| 2.4.3.1.2. Выбор системы посадок..... | 61 |
| 2.4.3.1.3. Выбор посадок | 62 |
| 2.4.3.1.4. Предельные отклонения размеров | 62 |
| 2.4.3.2. Нормальные углы и допуски углов..... | 63 |
| 2.4.3.3. Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей | 65 |
| 2.4.3.4. Шероховатость поверхности | 72 |
| 2.4.3.4.1. Общие положения..... | 72 |
| 2.4.3.4.2. Обозначение шероховатости поверхности..... | 72 |
| 2.4.3.4.3. Выбор и указание на чертеже шероховатости поверхности..... | 75 |
| 2.4.4. Расположение на чертеже детали размеров, обозначений баз, допусков формы, шероховатости | 79 |
| 3. Механические передачи | 80 |
| 3.1. Общие сведения | 80 |
| 3.2. зубчатые передачи | 82 |
| 3.2.1. Общие сведения..... | 82 |
| 3.2.2. Материалы зубчатых колес | 83 |
| 3.2.2.1. Выбор материалов зубчатых колес..... | 83 |
| 3.2.2.2. Назначение твердости материалов зубчатых колес..... | 84 |
| 3.2.2.3. Способы упрочнения зубьев | 85 |
| 3.2.2.4. Требования к термообработываемым деталям..... | 87 |
| 3.2.2.5. Определение допускаемых напряжений материалов для зубчатых колес..... | 88 |
| 3.2.3. Цилиндрические зубчатые передачи..... | 91 |
| 3.2.3.1. Общие сведения..... | 91 |
| 3.2.3.2. Расчет цилиндрических зубчатых передач | 95 |
| 3.2.3.3. Правила выполнения чертежей..... | 113 |
| 3.2.3.4. Конструирование цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления | 115 |
| 3.2.3.5. Конструирование цилиндрических зубчатых колес внутреннего зацепления | 118 |

| | |
|--|-----|
| 3.2.3.6. Конструирование валов-шестерен..... | 118 |
| 3.2.3.7. Допуски цилиндрических зубчатых передач | 119 |
| 3.2.3.7.1. Степени точности и виды сопряжений | 119 |
| 3.2.3.7.2. Нормы точности | 121 |
| 3.2.3.7.3. Нормы бокового зазора..... | 123 |
| 3.2.4. Конические зубчатые передачи | 123 |
| 3.2.4.1. Общие сведения..... | 123 |
| 3.2.4.1.1. Характеристики основных форм зубьев конических зубчатых колес..... | 123 |
| 3.2.4.1.2. Прямозубые конические передачи | 124 |
| 3.2.4.1.3. Конические передачи с круговым зубом | 125 |
| 3.2.4.2. Расчет конических зубчатых передач | 126 |
| 3.2.4.3. Правила выполнения чертежей..... | 141 |
| 3.2.4.4. Конструирование конических зубчатых колес..... | 144 |
| 3.2.4.5. Конструирование валов-шестерен..... | 145 |
| 3.2.4.6. Допуски конических передач..... | 145 |
| 3.2.4.6.1. Степени точности и виды сопряжения..... | 145 |
| 3.2.4.6.2. Нормы точности | 147 |
| 3.2.4.6.3. Нормы бокового зазора | 147 |
| 3.3. Червячные передачи | 148 |
| 3.3.1. Общие сведения..... | 148 |
| 3.3.2. Материалы червяков и червячных колес. Назначение твердости и термообработки..... | 150 |
| 3.3.2.1. Общие сведения..... | 150 |
| 3.3.2.2. Определение допускаемых напряжений для материалов венцов червячных колес | 151 |
| 3.3.2.3. Расчет червячной передачи | 151 |
| 3.3.2.4. Правила выполнения чертежей..... | 161 |
| 3.3.2.5. Конструирование червячных колес | 164 |
| 3.3.2.6. Конструирование червяков | 165 |
| 3.3.2.7. Допуски цилиндрических червячных передач..... | 166 |
| 3.3.2.7.1. Степени точности и виды сопряжений | 166 |
| 3.3.2.7.2. Нормы точности..... | 168 |
| 3.3.2.7.3. Нормы бокового зазора | 168 |
| 3.4. Цепные передачи..... | 169 |
| 3.4.1. Общие сведения..... | 169 |
| 3.4.2. Расчет цепной передачи..... | 170 |
| 3.4.3. Правила выполнения чертежей..... | 177 |
| 3.4.4. Конструирование элементов цепных передач..... | 179 |
| 3.4.5. Допуски на размеры звездочек цепных передач | 179 |
| 3.5. Ременные передачи | 180 |
| 3.5.1. Общие сведения..... | 180 |
| 3.5.2. Плоскоременные передачи | 181 |
| 3.5.2.1. Общие сведения..... | 181 |
| 3.5.2.2. Расчет плоскоременных передач | 182 |
| 3.5.2.3. Конструкции шкивов | 184 |
| 3.5.2.4. Допуски плоскоременных передач..... | 185 |

| | |
|--|------------|
| 3.5.3. Клиноременные передачи..... | 185 |
| 3.5.3.1. Расчет клиноременных передач..... | 186 |
| 3.5.3.2. Конструкции шкивов клиноременных передач | 189 |
| 3.5.3.3. Допуски клиноременных передач | 189 |
| 3.5.4. Определение величин составляющих силы, действующей на опору ременной передачи..... | 190 |
| 3.5.5. Установка шкивов | 191 |
| 4. Соединения валов с сопряженными деталями..... | 192 |
| 4.1. Общие положения | 192 |
| 4.2. Соединения типа «вал-ступица» | 192 |
| 4.2.1. Штифтовые соединения..... | 192 |
| 4.2.1.1. Общие положения..... | 192 |
| 4.2.1.2. Посадки штифтовых соединений..... | 193 |
| 4.2.2. Шпоночные соединения | 193 |
| 4.2.2.1. Общие положения..... | 193 |
| 4.2.2.2. Расчет шпоночных соединений..... | 194 |
| 4.2.2.3. Допуски и посадки шпоночных соединений..... | 195 |
| 4.2.2.4. Конструктивные особенности шпоночных соединений | 196 |
| 4.2.3. Шлицевые соединения..... | 196 |
| 4.2.3.1. Прямобоочные шлицевые соединения. | 197 |
| 4.2.3.2. Эвольвентные шлицевые соединения..... | 198 |
| 4.2.3.3. Шлицевые соединения с треугольным профилем | 199 |
| 4.2.3.4. Изображение шлицевых валов, отверстий и их соединений..... | 199 |
| 4.2.3.5. Допускаемые напряжения..... | 200 |
| 4.2.3.6. Расчет шлицевых соединений на прочность..... | 201 |
| 4.2.3.6.1. Шлицевые соединения с прямобоочными шлицами..... | 201 |
| 4.2.3.6.2. Шлицевые соединения с эвольвентными шлицами | 201 |
| 4.2.3.6.3. Шлицевые соединения с треугольными шлицами | 202 |
| 4.3. Фланцевые соединения. | 202 |
| 4.4. Опоры валов..... | 203 |
| 4.4.1. Подшипники качения..... | 203 |
| 4.4.1.1. Общие сведения | 203 |
| 4.4.1.2. Маркировка подшипников качения | 206 |
| 4.4.1.3. Критерии работоспособности подшипников качения..... | 209 |
| 4.4.1.4. Указания по подбору подшипников качения..... | 209 |
| 4.4.1.5. Грузоподъемность подшипников качения. Эквивалентная нагрузка..... | 209 |
| 4.4.1.5.1. Статическая грузоподъемность подшипников качения. Статическая эквивалентная нагрузка..... | 209 |
| 4.4.1.5.1.1. Общие сведения | 209 |
| 4.4.1.5.1.2. Базовая статическая грузоподъемность | 210 |
| 4.4.1.5.1.3. Статическая эквивалентная нагрузка | 210 |
| 4.4.1.5.2. Динамическая грузоподъемность подшипников качения. Динамическая эквивалентная нагрузка. Расчетный ресурс..... | 211 |
| 4.4.1.5.2.1. Общие сведения | 211 |
| 4.4.1.5.2.2. Базовая динамическая расчетная грузоподъемность | 212 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.1.5.2.3. Динамическая эквивалентная нагрузка..... | 213 |
| 4.4.1.5.2.4. Расчетный ресурс подшипника..... | 213 |
| 4.4.1.6. Выбор и расчет подшипников качения | 214 |
| 4.4.1.6.1. Силы, нагружающие подшипники | 214 |
| 4.4.1.6.1.1. Радиальные реакции | 214 |
| 4.4.1.6.1.2. Осевые реакции | 215 |
| 4.4.1.6.2. Подбор подшипников | 217 |
| 4.4.1.6.2.1. Расчет подшипников на статическую грузоподъемность | 218 |
| 4.4.1.6.2.2. Расчет подшипников на заданный ресурс..... | 218 |
| 4.4.2. Подшипниковые узлы | 223 |
| 4.4.2.1. Зазоры и предварительные натяги в подшипниках качения | 223 |
| 4.4.2.2. Допуски, посадки и шероховатость поверхностей подшипников и сопрягаемых с ними деталей..... | 225 |
| 4.4.2.3. Основные схемы установки подшипников качения | 226 |
| 4.4.2.4. Конструкции типовых подшипниковых узлов | 228 |
| 4.4.2.4.1. Крепление внутренних колец подшипников на валах | 228 |
| 4.4.2.4.2. Крепление подшипников в корпусе | 229 |
| 4.4.2.4.3. Фиксирующая опора | 230 |
| 4.4.2.4.3.1. Конструкции фиксирующих опор | 230 |
| 4.4.2.4.3.2. Регулирование подшипников в фиксирующей опоре | 231 |
| 4.4.2.4.3.2.1. Регулирование подшипников осевым перемещением наружных колец | 231 |
| 4.4.2.4.3.2.2. Регулирование подшипников осевым перемещением внутренних колец | 231 |
| 4.4.2.4.4. Плавающая опора..... | 231 |
| 4.4.2.4.5. Опоры по схеме «в распор» | 232 |
| 4.4.2.4.5.1. Конструкции опор | 232 |
| 4.4.2.4.5.2. Регулирование подшипников | 233 |
| 4.4.2.4.6. Опоры по схеме «в растяжку» | 233 |
| 4.4.2.4.6.1. Конструкции опор | 233 |
| 4.4.2.4.6.2. Регулирование подшипников | 234 |
| 4.4.2.4.7. Опоры валов конических шестерен | 234 |
| 4.4.2.4.8. Опоры валов-червяков..... | 236 |
| 4.5. Конструирование стаканов и крышек подшипников..... | 237 |
| 4.5.1. Конструирование стаканов | 237 |
| 4.5.2. Конструирование крышек подшипников | 238 |
| 4.5.2.1. Крышки подшипников приворачиваемые | 238 |
| 4.5.2.2. Крышки подшипников закладные | 240 |
| 5. Валы | 241 |
| 5.1. Общие сведения..... | 241 |
| 5.2. Материалы валов и осей | 241 |
| 5.3. Конструирование валов | 242 |
| 5.3.1. Ориентировочный расчет диаметра вала | 242 |
| 5.3.2. Назначение диаметров вала на различных участках | 243 |
| 5.3.3. Определение осевых размеров участков вала | 243 |
| 5.3.4. Осевая фиксация деталей на валу | 244 |

| | |
|---|------------|
| 5.3.5. Конструкции валов | 246 |
| 5.3.5.1. Входные (быстроходные) валы | 246 |
| 5.3.5.1.1. Входные (быстроходные) валы-шестерни | 246 |
| 5.3.5.1.2. Входные (быстроходные) валы с насадной шестерней | 248 |
| 5.3.5.2. Выходные (тихоходные) валы | 249 |
| 5.3.5.2.1. Выходные (тихоходные) валы с расположением колеса между подшипниками | 249 |
| 5.3.5.2.2. Выходные (тихоходные) валы с консольным расположением колеса | 251 |
| 5.3.6. Расчет валов на прочность и сопротивление усталости | 251 |
| 5.3.6.1. Общие положения | 251 |
| 5.3.6.2. Методика построения эпюр изгибающих и крутящих моментов | 252 |
| 5.3.6.2.1. Определение составляющих реакций в опорах | 254 |
| 5.3.6.2.1.1. Плоскость <i>YOZ</i> | 254 |
| 5.3.6.2.1.2. Плоскость <i>XOZ</i> | 255 |
| 5.3.6.2.2. Построение эпюр изгибающих моментов | 255 |
| 5.3.6.2.2.1. Плоскость <i>YOZ</i> | 255 |
| 5.3.6.2.2.2. Плоскость <i>XOZ</i> | 256 |
| 5.3.6.2.3. Построение эпюр крутящих моментов | 256 |
| 5.3.6.3. Расчет валов на статическую прочность | 257 |
| 5.3.6.4. Расчет валов на выносливость | 258 |
| 6. Смазывание поверхностей трения | 261 |
| 6.1. Смазочные материалы | 261 |
| 6.2. Смазывание зубчатых и червячных передач | 262 |
| 6.3. Смазывание подшипников | 264 |
| 6.4. Уплотнения | 265 |
| 6.5. Смазочные устройства | 266 |
| 6.5.1. Пробки | 266 |
| 6.5.2. Маслоуказатели и отдушины | 267 |
| 7. Резьбовые соединения | 269 |
| 7.1. Общие сведения | 269 |
| 7.2. Изображение резьбы | 269 |
| 7.3. Механические свойства крепежных деталей | 271 |
| 7.4. Расчет резьбовых соединений | 271 |
| 7.4.1. Допускаемые напряжения и коэффициенты безопасности | 271 |
| 7.4.2. Прочность резьбы гаек и болтов | 272 |
| 7.4.3. Влияние конструктивных и технологических факторов на прочность резьбовых соединений | 272 |
| 7.5. Материалы, применяемые для резьбовых соединений при высоких температурах | 274 |
| 8. Корпусные детали | 275 |
| 8.1. Общие рекомендации | 275 |
| 8.2. Способы получения литых деталей | 277 |
| 8.3. Требования, предъявляемые к литым деталям | 277 |
| 8.4. Правила выполнения чертежей литых деталей | 279 |
| 8.4.1. Нанесение размеров на чертежах литых деталей | 279 |
| 8.4.2. Допуски размеров, формы, расположения и неровностей поверхностей отливок | 281 |

| | |
|---|------------|
| 8.5. Корпуса редукторов | 283 |
| 8.5.1. Литые корпуса редукторов | 283 |
| 8.5.1.1. Корпуса цилиндрических редукторов | 283 |
| 8.5.1.1.1. Определение базовых размеров | 283 |
| 8.5.1.1.2. Конструктивное оформление приливов для подшипниковых гнезд | 284 |
| 8.5.1.1.3. Крепление крышки подшипника к корпусу | 285 |
| 8.5.1.1.4. Крепление крышки к корпусу | 286 |
| 8.5.1.1.5. Фиксирование крышки корпуса относительно основания корпуса | 287 |
| 8.5.1.1.6. Конструктивное оформление опорной части корпуса | 288 |
| 8.5.1.1.7. Оформление прочих конструктивных элементов корпусных деталей | 289 |
| 8.5.1.2. Корпуса конических редукторов | 290 |
| 8.5.1.3. Корпуса червячных редукторов | 290 |
| 8.5.1.4. Смотровые окна и их крышки | 292 |
| 8.5.2. Сварные корпуса редукторов | 293 |
| 8.5.2.1. Сварные соединения | 293 |
| 8.5.2.1.1. Общие сведения | 293 |
| 8.5.2.1.2. Ручная дуговая сварка | 294 |
| 8.5.2.1.3. Дуговая сварка в защитном газе | 295 |
| 8.5.2.1.4. Газовая сварка | 295 |
| 8.5.2.1.5. Виды сварных соединений | 295 |
| 8.5.2.1.6. Выбор сварочных материалов | 297 |
| 8.5.2.1.7. Конструктивные элементы и размеры стандартных швов | 298 |
| 8.5.2.1.8. Расчет сварных соединений на прочность | 298 |
| 8.5.2.1.9. Условные изображения и обозначения сварных швов | 300 |
| 8.5.2.1.10. Написание технических требований на чертежах сварных конструкций | 303 |
| 8.5.2.2. Конструирование сварных корпусов | 305 |
| 9. Плиты и рамы | 307 |
| 10. Муфты | 311 |
| 10.1. Общие сведения | 311 |
| 10.2. Классификация муфт | 311 |
| 10.2.1. Постоянные муфты | 311 |
| 10.2.1.1. Глухие муфты | 312 |
| 10.2.1.1.1. Втулочные муфты | 312 |
| 10.2.1.1.2. Фланцевые муфты | 312 |
| 10.2.1.2. Упругие муфты | 313 |
| 10.2.1.2.1. Упругие втулочно-пальцевые муфты | 313 |
| 10.2.1.2.2. Упругие муфты с торообразной оболочкой | 314 |
| 10.2.1.2.3. Упругие муфты со звездочкой | 314 |
| 10.2.1.3. Компенсирующие муфты | 315 |
| 10.2.1.3.1. Зубчатые муфты | 315 |
| 10.2.1.3.2. Цепные муфты | 316 |
| 10.2.1.3.3. Шарнирные муфты | 316 |
| 10.2.2. Сцепные муфты | 317 |
| 10.2.2.1. Сцепные управляемые муфты | 317 |

| | |
|--|-----|
| 10.2.2.2. Сцепные самоуправляемые муфты | 318 |
| 10.2.2.2.1. Предохранительные муфты | 318 |
| 10.2.2.2.1.1. Предохранительные муфты с разрушающимся элементом | 319 |
| 10.2.2.2.1.2. Самоуправляемые предохранительные муфты | 319 |
| 10.2.2.2.2. Обгонные муфты | 320 |
| 10.2.2.2.3. Центробежные муфты | 320 |
| 10.2.2.2.3.1. Фрикционная центробежная муфта радиального действия | 321 |
| 10.2.2.2.3.2. Шариковая муфта | 321 |
| 10.2.2.2.3.3. Порошковая муфта | 322 |
| 10.3. Выбор муфты | 323 |
| 10.4. Установка полумуфт на валах | 324 |
| 10.5. Отклонения от соосности валов | 324 |
| 10.6. Параметры упругих втулочно-пальцевых муфт | 326 |
| 11. Двигатель | 328 |
| 11.1. Основные стандарты по электродвигателям | 328 |
| 11.2. Типы электродвигателей и их параметры | 328 |
| 11.3. Выбор электродвигателя привода | 329 |
| 12. Покрытия | 333 |
| 12.1. Общие сведения | 333 |
| 12.2. Коррозия металлов | 333 |
| 12.3. Лакокрасочные покрытия | 334 |
| 12.3.1. Обозначение лакокрасочных материалов | 334 |
| 12.3.2. Обозначение условий эксплуатации | 336 |
| 12.3.3. Обозначение покрытий | 338 |
| 13. Порядок выполнения проекта | 340 |
| 13.1. Выбор асинхронного электродвигателя | 340 |
| 13.1.1. Определение требуемой мощности асинхронного электродвигателя и частоты вращения его ротора | 340 |
| 13.1.2. Определение типа асинхронного электродвигателя | 341 |
| 13.2. Определение общего передаточного числа привода и разбивка его по ступеням | 342 |
| 13.3. Определение частот вращения угловых скоростей и крутящих моментов | 343 |
| 13.4. Расчет и эскизное проектирование элементов механических передач | 345 |
| 13.4.1. Закрытая передача | 345 |
| 13.4.1.1. Выбор материалов элементов передачи | 345 |
| 13.4.1.2. Определение размеров элементов закрытой передачи на основании расчета на усталостную контактную прочность | 345 |
| 13.4.1.2.1. Цилиндрические зубчатые передачи | 345 |
| 13.4.1.2.2. Конические зубчатые передачи | 345 |
| 13.4.1.2.3. Червячная передача | 346 |
| 13.4.1.3. Эскизная проработка конструкций элементов закрытой передачи | 346 |
| 13.5. Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или зубьев колеса червячной передачи) по контактным напряжениям ... | 346 |

| | |
|--|------------|
| 13.6. Определение составляющих силы в зацеплении закрытой зубчатой (или червячной) передачи | 346 |
| 13.7. Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или колеса червячной передачи) по изгибным усталостным напряжениям | 347 |
| 13.8. Определение коэффициента полезного действия (КПД) червячной передачи и тепловой расчет (для червячных редукторов) | 347 |
| 13.9. Расчет открытой передачи привода | 347 |
| 13.9.1. Расчет и проектирование цепной передачи | 352 |
| 13.9.2. Расчет и проектирование ременных передач | 347 |
| 13.9.2.1. Расчет и проектирование плоскоремennых передач | 347 |
| 13.9.2.2. Расчет и проектирование клиноремennых передач | 348 |
| 13.9.2.3. Силы, действующие в ременной передаче | 348 |
| 13.9.3. Расчет открытой зубчатой передачи | 348 |
| 13.9.3.1. Цилиндрические зубчатые передачи | 348 |
| 13.9.3.2. Конические зубчатые передачи | 349 |
| 13.10. Эскизная компоновка привода | 350 |
| 13.10.1. Проектный (предварительный) расчет валов привода | 350 |
| 13.10.1.1. Выбор материала валов | 355 |
| 13.10.1.2. Ориентировочный расчет диаметров и осевых размеров участков валов | 350 |
| 13.10.2. Предварительный выбор схем подшипниковых узлов, подбор подшипников качения | 351 |
| 13.10.3. Расчет шпоночных или шлицевых соединений | 351 |
| 13.10.4. Установка шкивов | 351 |
| 13.10.5. Подбор соединительных муфт | 351 |
| 13.10.6. Обоснование выбора способов смазки элементов привода и назначение смазочных материалов для элементов привода | 351 |
| 13.10.7. Эскизная компоновка | 351 |
| 13.11. Определение реакций в опорах привода | 353 |
| 13.12. Проверка ранее назначенных подшипников качения привода по динамической грузоподъемности и по долговечности | 353 |
| 13.13. Конструктивная компоновка привода | 353 |
| 13.14. Проверочные расчеты валов редуктора | 354 |
| 13.14.1. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов | 354 |
| 13.14.2. Определение коэффициентов безопасности для возможных опасных поперечных сечений валов редуктора | 354 |
| 13.15. Нанесение размеров, номеров позиций. Назначение необходимых допусков и посадок | 354 |
| 13.16. Окончательное оформление чертежей общего вида редуктора. Выполнение текстовой части чертежей общего вида редуктора | 354 |
| 13.17. Выполнение рабочей документации | 355 |
| 13.18. Оформление текстовой документации проекта (пояснительной записки и спецификаций) | 355 |
| Список литературы | 356 |