

Министерство образования Республики Беларусь  
ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ

**ДЕТАЛИ МАШИН  
И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

Задания и методические указания  
по курсовому проектированию  
для студентов специальности Т0302 –  
Технология и оборудование высокоэффективных  
процессов обработки материалов

Гродно 2000

**УДК 621.81(076)**

**ББК 213**

М 54

Составитель В.Г.Барсуков, докт. техн. наук, проф.

Рецензенты: В.И.Врублевская, докт. техн. наук, проф. БелГУТ;  
А.С.Семёнов, канд. техн. наук, вед. научн. сотр.  
ОПР НАНБ.

**ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ:** Задания  
М 54 и методические указания по курсовому проектированию/  
Сост. В.Г.Барсуков. — Гродно: ГрГУ, 2000. — 40 с.

Задания и методические указания подготовлены в соответствии с действующими программами курсов «Детали машин» и «Основы конструирования машин».

**УДК 621.81(076)**

**ББК 213**

© Гродненский государственный университет  
имени Янки Купалы, 2000

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проектирование машин и их деталей является особым видом инженерного творчества. Для принятия удачных технических решений недостаточно знания одной лишь теории. Необходимо также знакомство с существующими конструкциями и умение в них критически разобраться; знание технологических основ изготовления деталей; знание условий работы проектируемой машины; умение конкретно воплощать свои идеи в конструкторскую документацию. Рационально спроектированная машина должна быть прочной, долговечной, экономичной при изготовлении и эксплуатации, безопасной для обслуживающего персонала, удобной в работе. Получение необходимых практических навыков проектирования механизмов и деталей общетехнического назначения является главной целью курсового проектирования по деталям машин. Одновременно студенты получают возможность:

- систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания, а также развить расчетно-графические навыки;
- ознакомиться с конструкциями типовых деталей и узлов;
- получить навыки самостоятельного решения инженерно-технических задач;
- овладеть техникой разработки конструкторских документов на различных стадиях проектирования и конструирования;
- научиться защищать самостоятельно принятое конструкторское решение;
- приобрести навыки работы с технической литературой, справочниками, стандартами и нормами.

Курсовой проект по деталям машин является первой конструкторской работой студента, и поэтому его значение особенно существенно. Знания и опыт, приобретенные при проектировании, являются базой для последующей конструкторской работы, а также для выполнения курсовых проектов по специальным дисциплинам и дипломного проекта. Технические задания на проект составлены таким образом, чтобы студент мог освоить основы проектирования наибольшего чис-

ла общих элементов машин: передач, соединений, муфт, подшипников и др. В качестве базовых вариантов приняты к разработке многоступенчатые приводы технологических и транспортных машин. Выполнение проекта базируется на знаниях математики, теоретической механики, сопротивления материалов, материаловедения, технологии конструкционных материалов, инженерной графики. Задания и методические указания подготовлены в соответствии с действующими программами курсов по «Деталям машин» и «Основам конструирования машин» для студентов механических и машиностроительных специальностей.

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОЕКТА**

### **Объем проекта, его содержание, сроки выполнения**

Курсовой проект выполняют по индивидуальным заданиям, в которых даются тема проекта, исходные данные, минимально необходимая литература. В качестве объектов проектирования для студентов механических и машиностроительных специальностей приняты приводы общемашиностроительного применения, в частности, приводы транспортеров, конвейеров, испытательных машин, устройств для механизации технологических процессов, технологического оборудования для обработки материалов, которые содержат такие наиболее часто встречающиеся в машинах элементы, как зубчатые, червячные, фрикционные, ременные, цепные и другие передачи, муфты, подшипниковые узлы, сварные конструкции, приводные электродвигатели и т.д.

Объем проекта – 3–5 листов формата А1 графических материалов и 35–40 листов пояснительной записки. Конструкторской разработке подлежат общий вид привода, важнейшие сборочные единицы и детали. При этом, если учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта только по «Деталям машин», то проект состоит из 4 листов формата А1 (вид общий привода, сборочные чертежи узлов, рабочие чертежи деталей редуктора). Если запланировано два отдельных проекта, то проект по «Деталям машин» состоит из 3-х листов формата А1 (вид общий привода, сборочный чертеж редуктора, детали зубчатого зацепления), а проект по «Основам конструирования» состоит из 2-х листов формата А1 (сборочные чертежи сварной рамы, муфты и рабочие чертежи крышки и корпуса редуктора).

Срок выполнения курсового проекта – 12 недель с момента выдачи технического задания, из которых 1-я и 2-я недели отводятся на подбор литературы, выбор и изучение прототипов, составление таких разделов пояснительной записки, как «Введение», «Область применения и техническая характеристика изделия», «Описание и обоснование выбранной конструкции». 3-я и 4-я недели отводятся кинематическому и силовому расчету привода, выбору электродвигателя, расче-

ту передач, эскизной компоновке привода. Разработке сборочного чертежа редуктора и спецификации к нему отведены 5-я и 6-я недели, общего вида привода – 7-я и 8-я недели, сборочного чертежа другого узла (муфты, рамы) и деталей привода – 9-я и 10-я недели. 11-я и 12-я недели запланированы для оформления расчетно-пояснительной записки, доработки чертежей и подготовки проекта к защите. Для обеспечения своевременной подготовки проекта к защите, избегания поспешных решений рекомендуется строго соблюдать установленные сроки проектирования.

### **Содержание пояснительной записки и указания по ее оформлению**

Пояснительная записка к курсовому проекту должна состоять из тематически связанных разделов, которые в свою очередь могут быть разделены на подразделы. Рекомендуемые разделы записки: введение; область применения и техническая характеристика привода; описание и обоснование выбранной конструкции; кинематический расчет привода, выбор электродвигателя; расчет передач, входящих в привод (ременных, зубчатых, цепных, червячных, фрикционных и т.д.); расчет и конструирование валов; расчет и конструирование подшипниковых узлов; выбор посадок; выбор и проверочный расчет шпонок; конструирование корпусных деталей; выбор и проверочный расчет муфт; смазывание зубчатых колес и подшипников; порядок транспортировки, монтажа, сборочно-разборочных и регулировочных работ; требования техники безопасности; технико-экономические преимущества разработанной конструкции, возможности модернизации; заключение; литература; приложения.

Все разделы пояснительной записки, кроме введения, заключения и списка литературы, должны быть пронумерованы. Приложения имеют отдельную нумерацию, например, Приложение А, Приложение Б и т.д. В приложениях приводятся спецификации, техническое задание на проект, распечатки программ расчетов на ЭВМ.

Текст пояснительной записки должен содержать необходимые расчетные схемы и иллюстрации, к минимальному числу которых относятся: кинематическая схема привода; схема к определению сил в элементах передачи; схемы нагру-

жения валов с эпюрами моментов; схемы сил, действующих на подшипники; компоновочная схема редуктора (на миллиметровой бумаге). Пояснительная записка оформляется на белых листах бумаги формата А4 стандартным шрифтом рукописным, машинописным или при помощи принтера (предпочтительный вариант) способом и подшивается в папку. Титульный лист и обложка папки оформляются согласно приложениям А, Б. На заглавном листе пояснительной записки (раздел «Введение») выполняется основная надпись (штамп) для текстовых документов, на последующих – штамп для вторых листов текстовых документов. Материал записки следует излагать во множественном числе, например, «определяем...», «выбираем...» и т.д. Формулы необходимо вписывать сначала в буквенных выражениях, а затем в той же последовательности в числовых значениях входящих величин, после чего записать окончательный результат вычисления с указанием размерности величин. Обязательны ссылки на источники, из которых заимствованы формулы или цифровые данные. Документация проекта должна иметь сквозную нумерацию страниц, рисунков, таблиц. В качестве первой страницы записки принимается титульный лист, который не нумеруется.

### **Содержание графических материалов, требования к их оформлению**

Курсовой проект должен содержать следующие виды конструкторских документов: чертежи деталей; чертежи сборочных единиц; чертеж общего вида изделия, который объединяет габаритный и монтажный чертежи; спецификации изделия и сборочных единиц. Чертежи выполняются на листах формата А1 карандашом. Рекомендуется (при наличии возможности) часть чертежей выполнять с использованием средств машинной графики. Чертеж общего вида должен содержать в себе все данные, необходимые для монтажа привода и подготовки его к эксплуатации (габаритные, монтажные и присоединительные размеры, техническую характеристику, технические требования). Этот чертеж должен иметь такое количество видов и разрезов, которое необходимо и достаточно для уяснения конструкции привода и взаимосвязи его элементов. На сборочном чертеже и чертеже общего вида должны быть проставлены номера позиций составных частей из-

деля. На чертежах сборочных единиц должны быть приведены следующие размеры: габаритные; присоединительные (диаметры и длины выступающих концов валов и т.д.); характеризующие сборочную единицу (межосевые расстояния, передаточное число редуктора, момент на выходном валу); технические требования по сборке, маркировке, эксплуатации и т.д. На чертежах деталей должны быть даны: необходимые и достаточные для ее изготовления размеры; предельные отклонения размеров, формы и расположения; шероховатость поверхности; предельные значения твердости; марка материала. Конструкторская документация разрабатывается в соответствии с требованиями ЕСКД. Коды классификационных характеристик присваиваются на основе действующих стандартов [20]. Допускается в учебных целях упрощённая форма присвоения кодов классификационных характеристик, включающая код факультета и специальности (ФТФМ), код курса и группы (35), номера задания (03) и варианта (04), порядковый номер изделия, код документации.

### **Подготовка к защите проекта. Критерии оценки**

Защита проекта осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей из двух преподавателей, один из которых является руководителем проекта. К защите допускаются полностью оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД, подписанные разработчиком и руководителем проекта. Критериями оценки являются:

- своевременность выполнения проекта и его этапов;
- качество конструкторской документации;
- качество оформления пояснительной записки;
- знание теоретических вопросов, методов расчёта и конструирования;
- умение обосновать принятые конструкторские решения.

Если в процессе защиты выяснится, что проект выполнен не самостоятельно, то такой проект снимается с защиты, а студенту по решению кафедры выдаётся новое задание.

### **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЁТА ПЕРЕДАЧ**

Технические решения, как правило, многовариантны. По-



этому прежде чем приступить к выполнению расчётно-конструкторской части проекта, необходимо внимательно ознакомиться с заданием на проектирование, подобрать необходимую литературу, изучить по учебным пособиям, атласам и т.д. аналогичные конструкции, сделать анализ их достоинств и недостатков.

### **Разработка базовой кинематической схемы, пространственная компоновка привода**

- Предложить не менее двух вариантов возможных кинематических схем передаточных механизмов привода.

- Провести анализ схем с позиций обеспечения максимального КПД, технологичности и трудоёмкости изготовления, габаритов привода.

- Провести анализ возможных вариантов пространственной компоновки привода с учётом требований наиболее эффективного использования производственных площадей и удобства в обслуживании.

При окончательном выборе кинематической схемы и пространственной компоновки привода проконсультироваться с руководителем проекта.

### **Кинематический расчёт привода, выбор электродвигателя и инвертора**

Исходными данными являются мощность на валу рабочего органа, угловая скорость вращения рабочего органа, срок службы и условия работы привода. Мощность может быть задана через тяговое усилие на рабочем органе и окружную скорость или через момент сопротивления на валу рабочего органа и угловую скорость его вращения.

- Оценить предварительно общее передаточное число привода, исходя из двух значений синхронной частоты вращения электродвигателей 1000 об/мин и 1500 об/мин.

- Условно расчленив привод на отдельные ступени, выбрать предварительно передаточные отношения каждой ступени и значения коэффициентов полезного действия каждой ступени.

- Определить общий коэффициент полезного действия (КПД) привода.

- Определить требуемую мощность электродвигателя.

- Выбрать по каталогу тип электродвигателя.

- Уточнить общее передаточное число привода и его отдельных ступеней с учётом реальной частоты вращения выбранного электродвигателя и рекомендуемых стандартных значений передаточных чисел ступеней. Допускается отклонение частоты рабочего вала не более 3–5% от заданной.

- Определить номинальный срок службы привода в часах.

- Определить расчётный срок службы привода с учётом потерь (~15%) на переналадку и ремонт.

- Определить фактическую частоту вращения каждого вала, мощность на каждом валу, номинальное и эквивалентное число циклов нагружения для каждого вала. Результаты расчётов свести в таблицу.

- Для обеспечения возможности плавного регулирования угловой скорости рабочего вала, а также снижения энергопотребления двигателем до 10% дополнительно выбрать типоразмер регулятора скорости (инвертора) из Приложения В или каталогов заводов-изготовителей.

Рекомендуемая литература [1, 14, 15].

### **Расчёт червячных передач**

- Выбрать число витков червяка  $Z_1$ .
- Определить число зубьев червячного колеса  $Z_2$ .
- Проверить и обеспечить выполнение условия  $125 \geq Z_2 \geq 28$ .
- Выбрать значения коэффициента диаметра червяка.
- Определить моменты на валу червяка и червячном колесе.
- Определить коэффициент приведения переменной нагрузки к постоянной эквивалентной и эквивалентную циклическую долговечность передачи.
  - Определить скорость скольжения червяка относительно колеса.
  - Выбрать марку материала венца червячного колеса и червяка.
  - Определить допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба для материала червячного колеса.
  - Определить предварительно значение коэффициента нагрузки.
  - Рассчитать минимально необходимое значение межосевого расстояния, принять для конструирования редуктора большее из нормального ряда размеров.
  - Определить значение модуля зацепления и уточнить при необходимости значение коэффициента диаметра червяка.
  - Определить коэффициент смещения инструмента.

- Определить основные размеры червяка (делительный диаметр, начальный диаметр; диаметр вершин витков, диаметр впадин витков; делительный угол подъёма витка червяка, длину нарезаемой части червяка).

- Определить основные размеры венца червячного колеса (делительный диаметр, диаметр вершин зубьев, наибольший диаметр колеса, диаметр впадин зубьев, ширину венца, радиусы закруглений зубьев, условный угол обхвата червяка венцом колеса).

- Уточнить коэффициент полезного действия червячной передачи.

- Проверить передачу на контактную усталость (допускается перегрузка не более 5%).

- Определить коэффициент формы зуба по эквивалентному числу зубьев колеса.

- Проверить выполнение условия выносливости зубьев на изгиб.

- Выполнить тепловой расчёт передачи и определить, при необходимости, дополнительную поверхность теплоотдачи.

### **Расчёт цилиндрических зубчатых передач**

- Определить крутящий момент на валу колеса.
- Выбрать материал колёс и назначить его термообработку.
- Определить коэффициенты долговечности по контактным напряжениям и напряжениям изгиба.
- Определить допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба.

- Выбрать значения коэффициентов ширины венца и нагрузки.

- Определить межосевое расстояние из условия контактной усталости. Полученное значение округлить до ближайшего большего из ряда нормальных линейных размеров.

- Определить модуль зацепления для прямозубых колёс или нормальный модуль для косозубых. Полученное значение модуля округлить до стандартного. Принимать модуль меньше 2 мм в силовых передачах не рекомендуется.

- Определить угол наклона зубьев для косозубых передач.

- Определить суммарное число зубьев, а также число зубьев шестерни и колеса.

- По принятому числу зубьев уточнить передаточное число и проверить его отклонение ( $\leq 4\%$ ) от заданного.

- Определить основные геометрические параметры пере-

дачи (уточнённое межосевое расстояние, диаметры делительных окружностей, окружностей выступов и впадин, ширину венца колеса и шестерни).

- Вычислить окружную скорость колёс и назначить степень точности.

- Определить расчётное окружное усилие.

- Принять значения коэффициентов динамической нагрузки для проверки контактной усталости и усталости при изгибе, а также коэффициентов неравномерности распределения нагрузки между зубьями для косозубых передач.

- Проверить контактные напряжения. Допускается перегрузка передачи не более 5%. Если условие прочности не выполняется, то следует изменить ширину венца колеса либо назначить другие материалы колёс, термообработку и повторить расчёт.

- Выбрать значения коэффициентов формы зуба колеса и шестерни. Для косозубых передач предварительно определить приведённые числа зубьев.

- Проверить напряжения изгиба зубьев. Если наблюдается перегрузка свыше 5%, то следует увеличить модуль зацепления, пересчитав соответственно числа зубьев шестерни и колеса.

Примечание: расчёт передач с двумя выходными валами выполняется аналогично со следующей особенностью: при расчёте тихоходной ступени стандартная формула для определения межосевого расстояния преобразуется в формулу для расчёта относительной ширины венца зубчатых колёс. Кроме того, при компоновке редуктора анализируется возможность выполнения внутренней опоры для быстроходного вала по аналогии с опорой для соосных редукторов.

### **Расчёт конических зубчатых передач**

- Определить крутящий момент на валу колеса.
- Выбрать материал колёс и назначить его термообработку.
- Определить коэффициенты долговечности по контактным напряжениям и напряжениям изгиба.

- Определить допускаемые контактные напряжения и напряжения изгиба.

- Выбрать значения коэффициентов ширины венца и нагрузки.

- Определить внешний делительный диаметр колеса. Полученное значение округлить до ближайшего большего из ряда

нормальных размеров.

- Определить углы делительных конусов шестерни и колеса.
- Определить внешнее конусное расстояние.
- Определить ширину зубчатого венца шестерни и колеса.
- Определить внешний окружной модуль для прямозубых колёс или тангенциальный внешний модуль для колёс с круговыми зубьями. В силовых передачах принимать модуль меньше 1,5 мм не рекомендуется.
- Определить число зубьев колеса и шестерни с учётом требований по отсутствию подрезания ( $z \geq 15$  для колёс с круговыми зубьями и  $z \geq 18$  для прямозубых).
- Определить фактическое передаточное число и проверить его отклонение от допускаемого ( $\leq 4\%$ ).
- Уточнить значения углов делительных конусов.
- Определить основные геометрические размеры передачи: внешние диаметры колеса и шестерни (делительные, выступов, впадин), средние делительные диаметры колеса и шестерни.
- Вычислить окружную скорость колёс и назначить степень точности.
- Определить расчётное окружное усилие.
- Принять значения коэффициентов динамической нагрузки, а также коэффициентов неравномерности распределения нагрузки между зубьями для колёс с круговыми зубьями.
- Проверить контактные напряжения. Допускается перегрузка передачи не более 5%. Если условие прочности не выполняется, то следует изменить ширину венца колёс, или диаметры колёс, либо назначить другие материалы колёс, термообработку и повторить расчёт.
- Выбрать значения коэффициентов формы зуба по эквивалентному для прямозубых передач или биэквивалентному для колёс с круговыми зубьями числу зубьев.
- Проверить напряжения изгиба зубьев. Допускается значительная недогрузка зубьев по напряжениям изгиба. Перегрузка свыше 5% не допускается.

### **Расчёт планетарных зубчатых передач**

- Составить кинематическую схему выбранной планетарной передачи.
- С использованием правила Виллиса определить взаимосвязь передаточного отношения с числами зубьев механизма.

- Из условий соосности, симметричного размещения сателлитов и соседства определить числа зубьев колёс передачи, а также число сателлитов.

- Определить действительное передаточное отношение и его отклонение ( $\leq 4\%$ ) от заданного.

- Определить угловые скорости вращения каждого элемента передачи.

- Определить усилия и крутящие моменты, действующие на колёса и водило.

- Выбрать материал колёс, его термообработку, определить базовые допускаемые напряжения по критериям контактной выносливости и выносливости при изгибе.

- Определить фактическое число циклов нагружения зацепления солнечное колесосателлит с учётом срока службы передачи и числа сателлитов, а также фактическое число циклов нагружения для второго центрального колеса.

- Определить коэффициенты долговечности по контакт-ным напряжениям и напряжениям изгиба, вычислить значения допускаемых напряжений для фактического числа циклов нагружения.

- Принять значения коэффициентов динамичности, неравномерности распределения нагрузки по длине зуба, неравномерности распределения нагрузки между сателлитами.

- Из решения контактной задачи определить диаметр и ширину солнечного колеса.

- Вычислить необходимый модуль зацепления и округлить его значение до ближайшего стандартного.

- По принятому значению модуля уточнить диаметр и ширину солнечного колеса, определить размеры другого центрального колеса и сателлитов.

- Определить скорость колёс в зацеплении, назначить степень точности, уточнить значения коэффициентов динамичности и нагрузки.

- Выполнить проверочные расчёты передачи (для каждой пары зацепления) по контактным напряжениям.

- Выполнить проверочные расчёты передачи по напряжениям изгиба с учётом знакопеременной нагрузки для зубьев сателлитов. При невыполнении требований точности изменить ширину колёс, либо материал колёс или его термообработку.

## **Расчёт цепных передач**

- Определить момент на ведущей звёздочке.
- Определить число зубьев ведущей и ведомой звёздочек, которые, как правило, должны быть нечётными, причём число зубьев ведомой звёздочки не должно превышать 120.
- Определить фактическое передаточное отношение и его отклонение от заданного. Допускаемое отклонение не более 4%.
- Определить коэффициент эксплуатации и его составляющие.
- Выбрать предварительно допускаемое давление в шарнирах цепи и коэффициент рядности.
- Определить расчётный шаг цепи и принять ближайшее большее стандартное значение.
- Определить оптимальное межосевое расстояние.
- Определить число звеньев цепи.
- Уточнить межосевое расстояние в шагах.
- Определить фактическое межосевое расстояние.
- Определить длину цепи.
- Определить диаметры звёздочек.
- Сравнить частоту вращения меньшей звёздочки с допускаемой частотой.
- Сравнить число ударов цепи о зубья звёздочек с допускаемым.
- Определить фактическую скорость цепи.
- Определить окружную силу, передаваемую цепью.
- Проверить давление в шарнирах цепи.
- Определить усилие предварительного натяжения цепи от провисания и от действия центробежных сил.
- Определить коэффициент запаса прочности цепи и сравнить его с допускаемым.
- Определить силу давления цепи на вал.

### **Расчёт ременных передач**

Порядок проектировочного расчёта ременных передач определяется типом ремня.

#### *Клиноременная передача*

- Определить момент на быстроходном валу.
- Выбрать сечение ремня.
- По эмпирическим формулам определить расчётный диаметр меньшего шкива и сравнить с минимально допустимым.
- Определить расчётный диаметр большего шкива. Значение

ния диаметров шкивов округлить до стандартных.

- Определить фактическое передаточное число и проверить его отклонение ( $\leq 3\%$ ) от заданного.

- Определить предварительно межосевое расстояние.

- Определить предварительно длину ремня. Полученное значение округлить до стандартного.

- Уточнить межосевое расстояние.

- Определить угол обхвата ремнём ведущего шкива, который должен быть не меньше 120 градусов.

- Определить скорость ремня и сравнить её с допускаемой.

- Определить частоту пробегов ремня и сравнить её с допускаемой.

- Определить исходное полезное напряжение.

- Определить допускаемое полезное напряжение, задавшись предварительно значениями необходимых коэффициентов.

- Установить число ремней по методу допускаемых напряжений.

- Найти рабочий коэффициент тяги.

- Определить допускаемую мощность, передаваемую одним клиновым ремнём, предварительно задавшись значениями необходимых коэффициентов.

- Определить число ремней по методу допускаемой мощности.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемой мощности и по методу допускаемых напряжений, и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемой мощности и по методу допускаемых напряжений, и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определить допускаемую мощность, передаваемую одним клиновым ремнём, задавшись предварительно значениями необходимых коэффициентов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определить допускаемую мощность, передаваемую одним клиновым ремнём, задавшись предварительно значениями необходимых коэффициентов.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определить число ремней по методу допускаемых напряжений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определить число клиноременных ремней по методу допускаемой мощности.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сравнить значения числа клиноременных ремней, определяемых по методу допускаемых напряжений и методу допускаемой мощности, выбрать большее значение и округлить его до целого большего числа.</li> </ul>
---	---



## *Плоскоременная передача*

• В зависимости от угловой работы и заданной нагрузки выбрать тип ремня.

• Произвести геометрический расчёт передачи, определить диаметр меньшего шкива, диаметр большего шкива, угол обхвата, межосевое расстояние, длину ремня.

• Определить скорость ремня и сравнить с допускаемой.

• Определить частоту пробегов ремня и сравнить с допускаемой.

• Определить окружную силу, передаваемую ремнём.

• Задаться толщиной ремня с учётом рекомендаций по отношению толщины ремня к диаметру меньшего шкива.

• Задаться напряжением от предварительного натяжения и определить исходное полезное напряжение.

• Установить значения поправочных коэффициентов и вычислить допускаемое полезное напряжение.

• Определить необходимую ширину ремня с округлением до стандартного значения.

• Определить силу предварительного натяжения ремня, усилия в ветвях передачи и силу давления ремня на вал.

• Проверить прочность ремня по максимальным напряжениям в сечении ведущей ветви.

## **Расчёт и конструирование валов**

• Определить крутящий момент на валу.

• Выбрать материал вала и его термообработку.

• Определить допускаемые напряжения при расчёте на статическое кручение, а также пределы выносливости при кручении и осесимметричном нагружении (изгибе).

- Определить диаметр выходного участка вала из расчёта на статическое кручение.
- Наметить предварительно типоразмер подшипников и определить размеры вала в местах установки подшипников.
- Определить диаметры переходных участков, буртиков, посадочных участков под ступицы.
- Определить из компоновочной схемы длины участков вала.
- Составить расчётную схему вала, указав все внешние силы и реакции опор, действующих на вал в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
- Определить суммарные реакции опор.
- Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
- Построить эпюру крутящих моментов.
- Определить суммарные изгибающие моменты в наиболее нагруженных сечениях вала.
- Наметить опасные сечения вала. Определить значения суммарных изгибающих и крутящего моментов в этих сечениях.
- Определить источники концентрации напряжений в опасных сечениях.
- Определить амплитуды и средние значения нормальных и касательных напряжений в опасных сечениях вала.
- Определить коэффициенты концентрации нормальных и касательных напряжений для расчётных сечений вала.
- Определить пределы выносливости в расчётном сечении вала.
- Определить коэффициенты запаса выносливости по нормальным и касательным напряжениям.
- Определить общий коэффициент запаса прочности в каждом опасном сечении и сравнить с допустимым. В случае необеспечения требуемого запаса прочности изменить либо материал вала, либо его термообработку, либо размеры, затем повторить расчёт.

## **Расчёт и конструирование подшипниковых узлов**

### *Подшипники качения*

- Исходя из схемы нагружения, выбрать предварительно тип подшипника (радиальный, радиально-упорный или упорный).
- Исходя из предполагаемого диаметра вала, выбрать типоразмер подшипника, определить его размеры, статическую

и динамическую грузоподъёмность.

- Определить соотношение осевой нагрузки, действующей на подшипник, к радиальной, и выбрать соответствующую формулу для расчёта эквивалентной нагрузки.

- Определить эквивалентную нагрузку для наиболее нагруженного подшипника.

- Определить динамическую грузоподъёмность подшипника и сравнить с базовой. Если расчётная динамическая грузоподъёмность больше базовой, то следует увеличить базовую грузоподъёмность переходом из лёгкой серии в среднюю или тяжёлую, не изменяя диаметра ступени, либо переходом из данного типа подшипника в другой, более грузоподъёмный. Если необходимая динамическая грузоподъёмность многократно меньше базовой, то следует уменьшить базовую грузоподъёмность переходом в более лёгкую серию подшипников или тип подшипников с меньшей базовой грузоподъёмностью без изменения размера посадочного диаметра вала.

### *Подшипники скольжения*

- Обосновать невозможность или нецелесообразность установки в разрабатываемом узле подшипников качения и необходимость применения подшипников скольжения.

- Определить посадочные размеры (диаметры вала, втулки, диаметральный зазор).

- Определить скорости скольжения в сопряжении вал – втулка.

- Выбрать базовую конструкцию подшипникового узла, материалы, способы смазки.

- Рассчитать длину ступицы по условию невыдавливания смазки (ограничение максимального давления).

- Проверить тепловую нагруженность подшипникового узла по условию произведения давления на скорость скольжения.

- С использованием формулы Фогельполя и Зоммерфельда определить режим трения (жидкостное, граничное, смешанное).

- Принять окончательные значения длины ступицы, диаметрального зазора, вязкости смазки, назначить способы уплотнения подшипникового узла.

### **Расчёт мотор-редукторов**

Мотор-редуктор представляет собой агрегат, в котором

конструктивно объединены редуктор и фланцевый электродвигатель. Расчёт мотор-редукторов аналогичен расчёту базовых редукторов (цилиндрических развёрнутых, цилиндрических соосных, планетарных и т.д.) с учётом возможности установки быстроходной шестерни редуктора на выходном валу электродвигателя.

### Выбор муфт

- Определить диаметры соединяемых концов валов.
- Определить номинальный крутящий момент, передаваемый муфтой.
- Определить значения коэффициента режима нагрузки для проектируемого привода и значения расчётного момента.
- Выбрать по каталогу типоразмер муфты.
- Определить радиальную силу, с которой муфта действует на вал.
- Выполнить проверочные расчёты наиболее нагруженных деталей муфты (шпонок, пальцев, звёздочек, оболочки и т.д.).
- Выбрать способ фиксации полумуфт на валу.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальное усилие на тяговой цепи, кН	4.8	5.2	5.6	6.2	6.3	6.5	7.0	7.1
Скорость тяговой цепи, м/с	0.48	0.46	0.52	0.54	0.61	0.58	0.62	0.63
Шаг тяговой цепи, мм	80	80	100	100	80	80	100	100
Число зубьев тяговой звёздочки	11	9	9	7	9	11	11	9
Срок службы привода, лет	6	8	6	8	5	6	8	6

Расчитать и спроектировать привод наклонного цепного тракторного (лесотаска), включающий асинхронный электродвигатель; муфту упругую со звёздочкой; двухступенчатый цилиндрический редуктор с быстроходной косозубой и тихоходной прямозубой ступенями; цепную вертикальную передачу с нижним расположением ведущей звёздочки. Режим работы – двухсменный. Типовой режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [1, 15, 17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговое усилие, кН	1.4	1.6	1.8	1.8	2.0	2.2	2.4	3.0
Скорость ленты, м/с	1.2	1.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.4	1.2
Диаметр барабана, мм	250	250	200	200	225	225	250	315
Срок службы привода, лет	5	6	5	6	6	7	4	8

**Задание 2**  
 Рассчитать и спроектировать привод ленточного транспортера, включающий: электродвигатель; поликлиновую горизонтальную передачу; двухступенчатый цилиндрический прямозубый редуктор; муфту упругую с тороидальной оболочкой. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [2, 11, 15].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Момент сопротивления вращению, кН·м	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2
Частота вращения шнека, об/мин	25	20	28	20	22	20	18	15
Срок службы привода, лет	4	3	6	6	5	4	6	6

**Задание 3**  
 Рассчитать и спроектировать привод шнекового транспортера, включающий: асинхронный электродвигатель; вертикальную клиноременную передачу с верхним расположением ведущего шкива; двухступенчатый цилиндрический косозубый редуктор и муфту упругую втулочно-пальцевую. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – постоянный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [3, 17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность на валу барабана, кВт	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1
Частота вращения барабана, об/мин	20	22	24	27	30	33	36	39
Срок службы привода, лет	6	6	7	7	8	8	7	7

Задача 4. Рассчитать и спроектировать привод талповочного барабана, включающий: электродвигатель; вертикальную клиноременную передачу; двухступенчатый цилиндрический прямозубый редуктор с двумя плоскостями разъёма с верхним ведущим и нижним ведомым валом; муфту упругую с тороидальной оболочкой. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,16].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговое усилие, кН	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9
Шаг тяговой цепи, мм	100	125	100	80	125	100	100	125
Скорость тяговой цепи, м/с	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,2	1,4
Срок службы привода, лет	7	7	6	6	7	8	8	7

Задача 5. Рассчитать и спроектировать привод цепного транспортера, включающий: электродвигатель; горизонтальную клиноременную передачу; двухступенчатый соосный прямозубый редуктор; зубчатую муфту. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [5,12,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность на валу шнека, кВт	4,0	3,6	3,4	3,4	3,6	3,8	4,2	4,4
Частота вращения шнека, об/мин	30	32	36	40	46	28	24	20

Проектировать и спроектировать привод шнекового транспортера, включающий: электродвигатель; полклиновую вертикальную передачу; двухступенчатый соосный редуктор с косозубой быстроходной и прямозубой тихоходной ступенями; цепную муфту. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [4,10,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Окружная сила на ролике, кН	2,0	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,8	4,0
Скорость перемещения груза, м/с	0,62	0,65	0,70	0,74	0,84	0,82	0,63	0,72

Проектировать привод роликового конвейера, включающий: электродвигатель; муфту упрямого втулко-пальцевого; двухступенчатый соосный цилиндрический косозубый редуктор; цепную передачу. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – лёгкий. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [6,15,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальное сопротивление движению моста, кН	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
Скорость моста, м/с	1,2	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3
Диаметр колес моста, мм	200	250	300	315	450	500	630	500
Срок службы привода, лет	3	6	6	7	7	6	8	7

**Задание 8**

Рассчитать и спроектировать привод механизма передвижения мостового крана, включающий: электродвигатель; муфту упругую со звёздочкой; червячный редуктор с верхним расположением червяка; открытую коническую передачу. Режим работы – трёхсменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [8,15].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Момент сопротивления на валу шнека, кН·м	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Частота вращения шнека, об/мин	20	25	28	30	30	28	25	22
Срок службы привода, лет	6	6	6	6	6	6	6	6

**Задание 9**

Рассчитать и спроектировать привод шнекового пресса, включающий: электродвигатель; клиноременную вертикальную передачу; червячный редуктор с нижним расположением червяка; узел упорного подшипника; муфту зубчатую. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [9,18].



Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальный момент на валу ворошителя, кН·м	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,4	1,2
Частота вращения вала ворошителя, об/мин	20	22	25	28	30	28	26	24
Срок службы привода, лет	6	6	6	7	7	7	8	8

**Задание 10**  
 Рассчитать и спроектировать привод ворошителя бункера для сыпучих материалов, включающий: электродвигатель; муфту упругую втулочно-пальцевую; клиноременную вертикальную передачу; червячный редуктор с боковым расположением червяка. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – постоянный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [9,18].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Потребляемая мощность, кВт	0,2	0,25	0,3	0,32	0,34	0,36	0,4	0,41
Частота вращения вала смесителя, об/мин	200	220	240	260	280	300	320	340
Срок службы привода, лет	10	10	12	10	12	10	8	10

**Задание 11**  
 Рассчитать и спроектировать привод лабораторного смесителя, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; конический редуктор с направленным вверх выходным валом; муфту фланцевую. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [13,18].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Момент сопротивления вращению, кН·м	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Частота вращения барабана, об/мин	20	18	17	16	14	12	10	12
Срок службы привода, лет	5	5	6	6	5	6	6	7

**Задание 12**  
 Рассчитать и спроектировать привод галтовочного барабана, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; коническо-цилиндрический редуктор с прямыми зубьями; муфту зубчатую. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [10,15,19].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мощность на рабочем валу, кВт	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4
Частота вращения рабочего вала, об/мин	60	65	70	75	80	84	86	90
Число зубьев ведущей звёздочки	23	25	27	25	23	21	19	21
Срок службы конвейера, лет	5	5	6	6	7	7	6	6

**Задание 13**  
 Рассчитать и спроектировать привод подвесного конвейера, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; конический редуктор с направленным вниз выходным валом; цепную передачу. Режим работы – трёхсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальное тяговое усилие, кН	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2
Скорость тяговой цепи, м/с	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Шаг тяговой цепи, мм	100	100	125	100	80	80	100	100
Число зубьев звёздочки	11	11	15	15	13	13	11	11

**Задание 14**

Расчитать и спроектировать привод для электроэлеватора, включающий: электродвигатель; муфту упругую втулочную; двухступенчатый цилиндрический редуктор с раздвоенной тихоходной ступенью; цепную передачу от тихоходного вала редуктора к приводному валу элеватора. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,16].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъёмность, кН	8	10	12	14	15	18	19	20
Скорость подъёма, м/с	0,50	0,54	0,56	0,60	0,62	0,65	0,70	0,72
Число зубьев звёздочки	11	11	15	15	15	13	11	13
Шаг тяговой цепи, мм	100	125	80	150	100	125	100	125

**Задание 15**

Расчитать и спроектировать привод к капающемуся подъёмнику, включающий: электродвигатель; муфту упругую со звёздочкой; двухступенчатый цилиндрический редуктор с раздвоенной быстроходной ступенью; звёздочку тяговой цепи на тихоходном валу редуктора; быстроходную ступень выполнить прямозубой, тихоходную косозубой. Режим работы – трёхсменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,16].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговое усилие, кН	1,6	1,7	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4
Потребляемая мощность, кВт	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8
Диаметр барабана, мм	315	400	400	450	500	500	450	450
Срок службы привода, лет	5	5	6	6	7	7	6	6

**Задание 16**

Рассчитать и спроектировать привод ленточного транспортера, включающий: электродвигатель; горизонтальную поликлиновую ременную передачу; двухступенчатый прямозубый редуктор с раздвоенной быстроходной ступенью; цепную муфту. Режим работы – двухсменный, типовой режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговое усилие, кН	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
Потребляемая мощность, кВт	3,3	3,4	3,5	3,4	3,6	2,8	2,9	3,0
Число зубьев звёздочки	17	17	17	17	9	11	13	15
Шаг тяговой цепи	100	80	80	100	125	100	80	125

Рассчитать и спроектировать привод скребкового конвейера, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; двухступенчатый цилиндрический прямозубый редуктор с раздвоенной тихоходной ступенью; зубчатую муфту. Режим работы – трёхсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,17].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность на каждом рабочем валу, кВт	2,2	2,3	1,27	1,38	2,38	3,25	3,36	2,45
Частота вращения лопастей, об/мин	55	60	65	70	75	80	85	20
Межосевое расстояние валов, мм	315	400	400	315	400	315	400	400

**Задание 18**

Расчитать и спроектировать привод двухлопастного смешителя, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; цилиндрический редуктор с одним быстроходным и двумя тихоходными встречного вращения валами; муфты втулочные. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [16,18].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Крутящий момент на каждом валу лопасти, кН·м	1,10	2,12	1,14	2,16	2,14	3,16	3,14	1,12
Частота вращения лопастей, об/мин	20	20	22	25	30	32	35	32
Межосевое расстояние валов, мм	315	315	400	400	315	360	360	400

**Задание 19**

Расчитать и спроектировать привод двухлопастного смешителя, включающий: электродвигатель; цилиндрический редуктор с одним быстроходным и двумя тихоходными валами; упругие муфты с тороидальной оболочкой. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [16,18].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мощность на валу каждого ротора, кВт	0,80	1,55	2,58	1,62	2,64	3,60	1,58	2,72
Частота вращения роторов, об/мин	20	20	25	25	22	28	30	30
Межосевое расстояние, мм	400	400	400	500	500	500	400	400
Срок службы привода, лет	6	6	7	7	8	8	6	6

**Задание 20** Рассчитать и спроектировать привод двухлопастного смесителя, включающий: электродвигатель; упругую муфту со звёздочкой; цилиндрический двухступенчатый редуктор; открытую зубчатую передачу от редуктора к лопастным роторам. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [16,18].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Полезная мощность, кВт	2,2	2,6	2,9	3,1	2,5	1,7	2,0	2,2
Диаметр барабана транспортёра, мм	200	250	315	340	360	400	450	500
Скорость движения ленты, м/с	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5
Срок службы привода, лет	6	6	7	7	8	7	3	3

**Задание 21** Рассчитать и спроектировать привод ленточного транспортёра, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; цилиндрический двухступенчатый редуктор с шевронным колесом на тихоходной ступени, раздвоенной быстроходной ступенью и двумя косозубыми шестернями на промежуточном валу. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [13,15,22].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Полезная мощность, кВт	2,3	2,5	2,9	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2
Скорость тяговой цепи, м/с	0,48	0,50	0,52	0,45	0,48	0,50	0,55	0,55
Шаг тяговой цепи, мм	80	80	100	100	80	80	100	100
Число зубьев шаговой звёздочки	11	9	11	13	13	11	11	9
Срок службы, лет	6	6	7	7	6	6	7	8

Рассчитать и спроектировать привод цепного конвейера, включающий: электродвигатель; муфту упругую втулочно-пальцевую; редуктор соосный с двумя разъёмами и расположенным внизу промежуточным валом. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [13, 15, 22].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Момент сопротивления, Н·м	800	720	650	580	400	320	350	380
Частота вращения приёмного барабана, об/мин	40	50	60	70	75	100	95	80
Срок службы, лет	6	6	7	7	8	8	7	6

Рассчитать и спроектировать привод наматочного устройства, включающий: электродвигатель; муфту упругую со звёздочкой; редуктор цилиндрично-червячный со съёмным корпусом цилиндрической передачи. Режим работы – односменный, режим нагружения – средний нормальный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [13, 15, 22].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговая сила элеватора, кН	3,0	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1
Скорость цепи элеватора, м/с	0,8	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,3	1,2
Шаг тяговой цепи, мм	80	100	100	125	125	100	100	125
Число зубьев тяговой звезды	9	9	11	11	9	9	7	9

**Задание 24**  
 Рассчитать и спроектировать привод элеватора, включающий: электродвигатель; муфту упругую с торсионной оболочкой; редуктор двухступенчатый червячный. Режим работы – трёхсменный, режим нагружения – постоянный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [13,15,23].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность, кВт	0,25	0,25	0,25	0,37	0,37	0,37	0,55	0,55
Частота вращения выходного вала, об/мин	80	90	100	110	120	125	130	140
Срок службы, лет	6	6	5	5	6	6	7	7

### Задание 25

Рассчитать и спроектировать мотор-редуктор двухступенчатый цилиндрический горизонтальный. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15,21,22].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность, кВт	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	2,2	2,2	3,0
Частота вращения выходного вала, об/мин	70	75	80	85	90	95	100	110
Срок службы, лет	5	5	6	6	7	7	8	8



## Задание 26

Рассчитать и спроектировать мотор–редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [15, 21, 22].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номинальная мощность, кВт	4,0	4,0	4,0	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
Частота вращения выходного вала, об/мин	60	80	100	120	140	160	180	200
Срок службы, лет	8	9	9	8	8	10	10	9

Рассчитать и спроектировать привод галтовочного барабана, включающий: электродвигатель, муфту упругую со звёздочкой; редуктор планетарный с ведущим центральным колесом и двухрядным сателлитом. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – средний равновероятный. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [1, 2, 21, 23].

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Мощность на валу каждого шнека, кВт	0,20	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
Частота вращения шнеков, об/мин	30	32	34	36	40	42	44	48
Срок службы привода, лет	5	6	6	5	5	6	6	7

Рассчитать и спроектировать привод двухшнекового пресса, включающий: электродвигатель; клиноременную передачу; двухступенчатый цилиндрический редуктор; муфту зубчатую; распределительную коробку; муфты втулочные. Режим работы – двухсменный, режим нагружения – тяжёлый. Исходные данные для расчёта представлены в таблице. Рекомендуемая литература [16, 18].

\*В полном объёме задание рекомендуется для выполнения совместно двумя студентами. При выполнении задания одним студентом разработке подлежит редуктор с клиноременной передачей или распределительная коробка и ременная передача. Конкретный объём работ согласовывается с преподавателем.

### **Рекомендуемая литература**

1. Скойбеда А.Т. и др. Детали машин и основы конструирования: Учеб./А.Т.Скойбеда, А.В. Кузьмин, Н.Н. Макейчик; под общ. ред. А.Т. Скойбеда. – Мн.: Выш.шк., 2000. – 584 с.
2. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1998. – 383 с.
3. Решетов Д. Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
4. Иоселевич Г.Б. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
5. Кузьмин А.В., Чернин И.М., Козинцов В.С. Расчеты деталей машин. – Минск, Вышэйшая школа, 1986. – 400 с.
6. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1986. – 359 с.
7. Детали машин в примерах и задачах / С.Н.Ничипорчик, М.И.Корженецкий, В.Ф.Калачев и др.; под общ. ред. С.Н. Ничипорчика. – Минск: Вышэйшая школа, 1981. – 432 с.
8. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 1985. – 416 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1979, 1980, Т. 1–3, Т.1 –

728 с., Т.2 – 560 с., Т.3 – 560 с.

10. Проектирование механических передач: Учеб.-справ. пособие для ВТУЗов / С.А.Чернавский, Г.А.Снесарев, Б.С.Козинцов и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.

11. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для ВТУЗов / Под ред. В.Н.Кудрявцева – Л.: Машиностроение, 1983. – 400 с.

12. Курсовое проектирование деталей машин. Ч.1 и Ч.2 / А.В.Кузьмин, Н.Н.Макейчик, В.Ф.Калачев и др. – Минск: Высшая школа, 1982. Ч.1 – 208 с., Ч.2 – 334 с.

13. Врублевская В.И. Детали машин и основы конструирования: Учебное пособие. Ч.1 – 3. – Гомель: БелиИЖТ, Ч.1 – 88 с., Ч.2 – 66 с., Ч.3 – 84 с.

14. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения: Справочник/ Л.С. Бойко и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 247 с.

15. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для техникумов. – М.: Высшая школа, 1991. – 432 с.

16. Орлов П.И. Основы конструирования: Справ. – метод. пособие. В 3 кн. – М.: Машиностроение, 1977. Кн.1–623 с., кн.2–574 с., кн.3–360 с.

17. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.

18. Оборудование для переработки пластмасс. Справочное пособие / Под ред. В.К.Завгороднего. – М.: Машиностроение, 1976. – 407 с.

19. Поляков В.С. и др. Справочник по муфтам. – Л.: Машиностроение, 1979. – 343 с.

20. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие/ С.С.Борушек, А.А.Волков, М.М.Ефимова и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 352 с.

21. Березовский Ю.Н. и др. Детали машин: Учебник для

машиностроительных техникумов / Ю.Н.Березовский, Д.Н.Чернилевский, М.С.Петров; под ред. Н.А.Бородина. – М.: Машиностроение, 1983. – 384 с.

22. Подъемно-транспортные машины: Атлас конструкций / Под ред. М.П. Александрова, Д.Н.Решетова. – М.: Машиностроение, 1987. – 122 с.

23. Анфимов В.И. Редукторы. Конструкции и расчёт. – М.: Машиностроение, 1972. – 282 с.

Приложение А

**Титульный лист пояснительной записки**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ

**ПРИВОД ЛЕНТОЧНОГО  
ТРАНСПОРТЕРА**

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ  
ПО ДЕТАЛЯМ МАШИН**

Задание № \_\_\_\_ вариант № \_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_ Петров П.П.  
 Физико-технический факультет, группа \_\_\_\_\_

0

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
 Производственный университет имени Янки Купалы  
 РУКОВОДИТЕЛЬ \_\_\_\_\_ ВАСИЛОВ В.Г.

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**  
 по деталям машин

Студента \_\_\_\_\_  
 фамилия, инициалы \_\_\_\_\_  
 Физико-технический факультет, группа № \_\_\_\_\_  
 2000 г.

2000 г.  
 Приложение Б

**Титульная надпись проекта на  
 обложке пояснительной записки.**

Характеристика	Модель инвертора 3G3FV							
	4004	4007	4015	4022	4037	4040	4055	407:
Максимальная мощность электродвигателя, кВт	0,55	1,1	1,5	2,2	3,7	4,0	5,5	7,5
Мощность инвертора, кВт	1,4	2,6	3,7	4,7	6,1	8,6	11	14
Номинальный входной ток, А	1,8	3,4	4,8	6,2	8	11	14	18
Ширина инвертора, мм	140	140	140	140	140	140	200	200
Высота инвертора, мм	180	280	280	280	280	280	300	300
Толщина инвертора, мм	160	160	180	180	180	180	205	205
Масса инвертора, кг	1,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	3,4	3,4

**Выдержка из каталога преобразователей частоты OMRON для управления 3- фазными асинхронными электродвигателями**

ИНВЕРТОРЫ ТИПА 3G3FV С РУЧНЫМ И АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕЖИМАМИ УПРАВЛЕНИЯ (диапазон регулирования скорости 1:100, пусковой момент 150% от номинального)

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Общие методические указания по выполнению проекта.....	5
Объем проекта, его содержание, сроки выполнения.....	5
Содержание пояснительной записки и указания по ее оформлению.....	6
Содержание графических материалов, требования к их оформлению.....	7
Подготовка к защите проекта. Критерии оценки.....	8
Последовательность расчета передач.....	8
Разработка базовой кинематической схемы, пространственная компоновка привода.....	9
Кинематический расчет привода, выбор электродвигателя и инвертора.....	9
Расчет червячных передач.....	10
Расчет цилиндрических зубчатых передач.....	11
Расчет конических зубчатых передач.....	12
Расчет планетарных зубчатых передач.....	13
Расчет цепных передач.....	14
Расчет ременных передач.....	15
Расчет и конструирование валов.....	17
Расчет и конструирование подшипниковых узлов.....	18
Расчет мотор-редукторов.....	19
Выбор муфт.....	19
Технические задания на проектирование.....	20
Рекомендуемая литература.....	34
Приложение А. Титульный лист пояснительной записки.....	36
Приложение Б. Титульная надпись проекта на обложке пояснительной записки.....	37
Приложение В. Выдержка из каталога преобразователей частоты OMRON для управления 3-фазными асинхронными электродвигателями.....	37

Учебное издание

**ДЕТАЛИ МАШИН  
И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

Задания и методические указания  
по курсовому проектированию  
для студентов специальности Т0302 –  
Технология и оборудование высокоэффективных  
процессов обработки материалов

Составитель **Барсуков** Владимир Георгиевич

Редактор Н.Н.Красницкая  
Компьютерная верстка: И.П.Зимницкая

Сдано в набор 03.04.2000. Подписано в печать 29.06.2000.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная №1.  
Печать офсетная. Гарнитура Школьная.  
Усл.печ.л. 2,32. Уч.-изд.л. 2,2.  
Тираж            экз. Заказ

Гродненский государственный университет  
имени Янки Купалы.  
ЛВ №96 от 02.12.97 г.  
Ул. Ожешко, 22, 230023, Гродно.

---

Отпечатано на технике издательского отдела  
Гродненского государственного университета  
имени Янки Купалы.  
ЛП №111 от 29.12.97 г.  
Ул. Ожешко, 22, 230023, Гродно.