

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра инженерной графики

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальностей
I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств»
и I-39 02 02 «Проектирование и производство
радиоэлектронных средств» заочной формы обучения

Минск 2008

УДК 621.01 (075.8)
ББК 30.12 я 73
Т 38

Р е ц е н з е н т
проректор по учебной работе
Института информационных технологий БГУИР,
канд. техн. наук, доцент В. Г. Назаренко

С о с т а в и т е л и:
Н. В. Вышинский, В. И. Красовский

Техническая механика : метод. указания и контрольные задания для
Т 38 студ. спец. I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование
радиоэлектронных средств» и I-39 02 02 «Проектирование и производство
радиоэлектронных средств» заоч. формы обуч. / сост. Н. В. Вышинский,
В. И. Красовский. – Минск : БГУИР, 2008. – 40 с. : ил.

Приведены программа изучения предмета «Техническая механика», методические указания по изучению отдельных разделов и контрольные вопросы. Даны список рекомендуемой литературы, задания к контрольной работе и курсовому проектированию.

Методические указания и контрольные задания предназначены для студентов-заочников специальностей: I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств»; I-39 02 02 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств».

УДК 621.01 (075.8)
ББК 30.12 я 73

© Вышинский Н. В., Красовский В. И.,
составление, 2008

© УО «Белорусский государственный

университет

информатики и радиоэлектроники», 2008

Введение

Курс «Техническая механика» является комплексной общеинженерной дисциплиной. Она включает в себя основные положения теоретической механики, сопротивления материалов, теории механизмов и деталей приборных устройств. Предмет курса – комплекс общетехнических знаний, позволяющих обоснованно выбирать, проектировать и рассчитывать, а также квалифицированно эксплуатировать различные технические средства.

Основные задачи: изучение основ прочности и освоение расчетов на прочность простых силовых элементов несущих конструкций, освоение общих принципов построения машин, механизмов, деталей и их проектирование, ознакомление с основами стандартизации и взаимозаменяемости.

В результате изучения курса студент должен не только знать основные положения сопротивления материалов, теории механизмов, деталей машин и приборов, но и уметь выполнять необходимые расчеты и конструктивные разработки простейших механизмов узлов машин и приборных устройств.

Курс базируется на сведениях, полученных при изучении основных общеобразовательных дисциплин, в том числе высшей математики, физики, инженерной графики.

По курсу «Техническая механика» студенты-заочники должны отработать и защитить лабораторные работы, выполнить контрольную работу и курсовой проект, сдать зачет и экзамен.

Контрольные работы, оформленные небрежно и без соблюдения предъявляемых к ним требований, не рассматриваются и не зачитываются. Выполненные контрольные задания высылают в университет для рецензирования.

ТЕМА 1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Основные понятия статики. Связи и их реакции. Система сходящихся сил. Момент силы относительно точки и оси. Сложение и разложение параллельных сил. Пара сил. Момент пары. Приведение произвольной системы сил к центру. Условия равновесия сил.

Методические указания

При изучении данной темы обратить внимание на определение момента силы относительно точки и относительно оси, момента пары сил, причем последний не связан ни с какой точкой плоскости и может быть перенесен в любую точку тела.

Большое практическое значение имеет упрощение заданной системы сил путем приведения всех сил к одному центру (точка приведения).

Центральный вопрос темы – условия равновесия и использование их при определении реакций связей. Умение определять опорные реакции необходимо для выполнения задач контрольной работы.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете связи? Покажите, как направлены реакции этих связей.
2. Какие системы сил вы знаете?
3. Чем отличается момент силы относительно точки от момента силы относительно оси?
4. Как определить момент пары сил и чем он отличается от момента силы относительно точки?
5. Какими свойствами обладает пара сил?
6. Напишите условие равновесия плоской системы сил.
7. Напишите условие равновесия произвольной пространственной системы сил.

ТЕМА 2. ОСНОВЫ РАСЧЕТОВ НА ПРОЧНОСТЬ

2.1. Основные понятия и определения сопротивления материалов

Классификация сил, действующих на твердое тело. Основные гипотезы сопротивления материалов. Пластические и упругие деформации тел. Метод сечений. Внутренние усилия. Виды деформаций. Напряжения в данной точке сечения. Нормальные и касательные напряжения.

Методические указания

В данном разделе необходимо усвоить основные понятия, принятые в сопротивлении материалов; внутренние силы и моменты, напряжения и деформации. Обратить особое внимание на метод сечений, применяемый для решения одной из основных задач сопромата: определения внутренних усилий, возникающих в твердом теле при воздействии на него внешних сил.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются силы, действующие на твердое тело?
2. Что называется упругой деформацией? Какие деформации считаются пластическими?
3. Назовите основные гипотезы сопромата.
4. В чем заключается метод сечений? Для чего этот метод применяется?
5. Укажите все возможные внутренние силовые факторы.
6. Дайте характеристику напряжения в данной точке. Какие напряжения называются нормальными, а какие касательными?

2.2. Растяжение и сжатие

Расчеты на прочность и жесткость при растяжении. Продольная и поперечная деформации. Закон Гука для деформации растяжения (сжатия).

Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения. Основные предельные напряжения: предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности. Твердость материалов.

Напряжения по наклонным площадкам при центральном растяжении. Закон парности касательных напряжений.

Методические указания

При растяжении (сжатии) внутренним силовым фактором является продольная (нормальная) сила и нормальные напряжения, действующие в поперечных сечениях стержня. Нормальные напряжения в соответствии с законом Гука пропорциональны относительным деформациям. Коэффициент пропорциональности E , входящий в формулу закона Гука, носит название модуля упругости первого рода (модуля Юнга) и является важнейшей механической константой материала, характеризующей его упругие свойства.

При растяжении (сжатии) возникают продольные и пропорциональные им поперечные деформации. Коэффициент пропорциональности μ – коэффициент Пуассона – также является механической константой материала, характеризующей его упругие свойства.

При испытаниях на растяжение и сжатие получаем еще целый ряд механических констант. Это предельные напряжения: предел пропорциональности $\sigma_{\text{п}}$, предел упругости $\sigma_{\text{у}}$, предел текучести $\sigma_{\text{т}}$, предел прочности (временное сопротивление) $\sigma_{\text{в}}$.

Поверхностная твердость материалов может быть определена с помощью одного из следующих трех методов: метода Бринелля, метода Виккерса, метода Роквелла.

При центральном растяжении по наклонным площадкам действуют как нормальные, так и касательные напряжения, связанные между собой определенными зависимостями. Если по некоторой площадке не действуют касательные напряжения, то такая площадка называется главной площадкой, а

действующие по ней нормальные напряжения называются главными напряжениями.

Закон парности касательных напряжений определяет зависимость между касательными напряжениями, которые действуют по взаимно перпендикулярным площадкам.

Контрольные вопросы

1. Какие внутренние силовые факторы возникают при растяжении (сжатии)?
2. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях стержня при его растяжении?
3. Запишите условие прочности при растяжении.
4. Что такое допускаемые напряжения и как они определяются?
5. Напишите два вида закона Гука для растяжения.
6. Что определяет упругие свойства материала?
7. Какова связь между продольной и поперечной деформациями при растяжении?
8. Нарисуйте диаграмму растяжения. Какие предельные напряжения можно получить при испытании на растяжение?
9. Какие существуют методы определения твердости материалов и в чем они заключаются?
10. Какие напряжения действуют по наклонным площадкам стержня при его растяжении и как они связаны между собой?
11. Какие площадки называются главными? Как называются напряжения, действующие по главным площадкам?
12. Сформулируйте закон парности касательных напряжений.

2.3. Сдвиг

Определение сдвига и среза. Поперечная сила и напряжения при сдвиге. Угловая деформация. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода (модуль сдвига). Условие прочности при сдвиге.

Методические указания

Сдвиг материала возникает в том случае, если на брус перпендикулярно его оси действуют одновременно на небольшом расстоянии друг от друга две равные, параллельные и противоположно направленные силы. При сдвиге в поперечных сечениях стержня возникают поперечные силы и соответствующие им касательные напряжения. Связь между напряжениями и возникающими при сдвиге угловыми деформациями выражается законом Гука. Коэффициент пропорциональности G в этом законе называется модулем упругости второго рода (модулем сдвига) и является, наряду с модулем Юнга, важнейшей механической характеристикой материала.

Из этого раздела также необходимо усвоить определение абсолютного сдвига на основании закона Гука и условие прочности на сдвиг, при невыполнении которого может наступить разрушение детали, называемое срезом.

Контрольные вопросы

1. При каком типе нагружения возникает сдвиг?
2. Какие силы действуют в поперечных сечениях при сдвиге?
3. Какие напряжения возникают при сдвиге?
4. Запишите закон Гука при сдвиге для относительных и абсолютных деформаций.
5. Запишите условие прочности при сдвиге. Как называется разрушение детали при сдвиге?

2.4. Кручение

Геометрические характеристики плоских сечений.

Вид нагружения стержня, при котором возникает деформация кручения. Внутренний крутящий момент. Напряжения при кручении, характер их распределения по поперечному сечению стержня. Полярный момент сопротивления. Условие прочности при кручении. Определение деформаций при кручении.

Методические указания

Кручение возникает в том случае, когда на стержень действуют две равные, но противоположно направленные пары сил, расположенных в плоскостях, перпендикулярных оси стержня. Обратите внимание на то, что если при определении напряжений при деформациях растяжения (сжатия) и сдвига достаточно было знать только величину площади поперечного сечения стержня, то при рассмотрении деформации кручения, а в последующем и изгиба, кроме величины площади поперечного сечения необходимо учитывать и его форму.

При кручении в поперечных сечениях стержня возникает крутящий момент и соответствующие ему касательные напряжения, которые неравномерно распределены по сечению: равны нулю в центре сечения и максимальны на периферии. Условие прочности при кручении записывается по максимальным напряжениям, для нахождения которых вводится особая величина – полярный момент сопротивления. Выражения для полярного момента сопротивления наиболее распространенных сечений нужно запомнить.

В выражении для угла закручивания в знаменателе стоит произведение GJ_p , которое называется жесткостью стержня при кручении.

Контрольные вопросы

1. Назовите геометрические характеристики плоских сечений.
2. Назовите свойства моментов инерции плоских сечений.
3. Что называется кручением? Какие внешние силовые факторы его вызывают?
4. Какие внутренние силовые факторы возникают при кручении?
5. Какие напряжения возникают при кручении? Напишите формулу этих напряжений. От чего зависят напряжения в различных точках сечения?

6. Что такое полярный момент сопротивления? Запишите условие прочности при кручении.

7. Напишите, как определяется угол закручивания. Как определяется жесткость при кручении?

2.5. Изгиб

Типы балок и опор. Чистый и поперечный изгиб. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости при изгибе. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Условие прочности. Определение касательных напряжений при поперечном изгибе. Формула Журавского.

Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня.

Продольный изгиб.

Методические указания

При изгибе в поперечных сечениях стержня могут возникать изгибающий момент и поперечная сила. При изучении этого раздела обратите внимание на дифференциальные зависимости между внешней нагрузкой и внутренними силовыми факторами при изгибе. Основная задача этого раздела – научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

При чистом изгибе в сечениях стержня возникают только нормальные напряжения, зависящие от изгибающего момента. Эти напряжения неравномерно распределяются по высоте поперечного сечения стержня: на нейтральной оси они равны нулю, у края сечения максимальны.

При поперечном изгибе в сечениях стержня возникают как нормальные, так и касательные напряжения, зависящие от поперечной силы, но для большинства практических случаев расчета они не имеют существенного значения и эти напряжения можно не учитывать.

Расчет на прочность производят по максимальным нормальным напряжениям; при этом в расчетную зависимость вводят осевой момент сопротивления, равный отношению осевого момента инерции к расстоянию от нейтральной оси до максимально удаленного от нее края сечения. Выражения для осевого момента сопротивления наиболее распространенных сечений нужно запомнить.

При изучении перемещений при изгибе обратите внимание на то, что количественными показателями деформации являются прогиб и угол поворота сечения, связанные дифференциальной зависимостью.

При рассмотрении продольного изгиба обратите внимание на то, от чего зависит величина критической силы, определяемой по формуле Эйлера.

Контрольные вопросы

1. При каких схемах нагружения возникает изгиб стержня?
2. Чем характеризуется чистый и поперечный изгиб стержня?

3. Какие существуют дифференциальные зависимости при изгибе?
4. Какие напряжения возникают в сечениях стержня при изгибе и от каких внутренних силовых факторов они зависят?
5. Напишите формулу нормальных напряжений при изгибе и постройте эпюру их распределения по сечению стержня.
6. Что такое осевой момент сопротивления? Напишите формулы осевого момента сопротивления для прямоугольного (квадратного), круглого, кольцевого сечений.
7. Напишите условие прочности стержня на изгиб. Какие задачи можно решать, используя это условие?
8. Какие количественные показатели деформации балки вам известны и как эти показатели между собой связаны?
9. Назовите состояния равновесия стержня, в которых он будет находиться при изменении величины продольной силы. Какая сила называется критической силой?
10. Запишите формулу Эйлера для определения значения критической силы. Как учитывается влияние способа закрепления стержня на величину критической силы?

2.6. Местные напряжения

Местные напряжения. Коэффициенты концентрации напряжений. Примеры определения напряжений при деформациях растяжения, изгиба и кручения деталей, имеющих неоднородности сечений, вызывающие концентрацию напряжений (концентраторы напряжений).

Контактные напряжения. Формула Герца для определения максимальных напряжений, возникающих в зоне контактирования двух цилиндрических поверхностей.

Методические указания

Напряжения, возникающие в деталях в местах, где присутствуют неоднородности сечений, либо в зоне контактирования с другой деталью, называются местными напряжениями. Для определения напряжений вблизи неоднородностей сечений (концентраторов) используют коэффициенты концентрации (теоретический и эффективный), значения которых зависят от деформации и вида концентратора и приводятся в справочниках.

Обратить внимание на возможные виды концентраторов при деформациях растяжения, изгиба, кручения и на распределение напряжений вблизи этих концентраторов.

При рассмотрении контактных напряжений обратить внимание на то, что контактные напряжения не являются линейной функцией нагрузки, с ростом сил они возрастают все медленнее. Это объясняется тем, что с увеличением нагрузки вследствие упругих деформаций увеличивается и площадь контакта.

Контрольные вопросы

1. Какие напряжения называют местными?
2. Что такое концентратор напряжения?
3. Что называют теоретическим коэффициентом концентрации напряжений?
4. Что называют эффективным коэффициентом концентрации напряжений?
5. Какие напряжения называют контактными и как определить их величину?

2.7. Прочность при переменных нагрузках

Циклические нагрузки. Особенности разрушений деталей при действии циклических нагрузок. Виды циклов нагружения деталей. Построение кривой выносливости. Предел выносливости.

Методические указания

Элементы машин и конструкций часто работают при периодически изменяющихся (циклических) нагрузках. Разрушение деталей происходит из-за образования и развития микротрещин. Следует обратить внимание на построение кривой выносливости (кривой усталости) для материалов при действии переменных напряжений, уметь определять предел выносливости.

Контрольные вопросы

1. Что называют пределом выносливости материала?
2. Как предел выносливости связан с пределом прочности материала?
3. Как строится кривая выносливости материала?
4. Что называют коэффициентом асимметрии цикла?
5. Что называют амплитудой цикла; средним значением цикла?

ТЕМА 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ

3.1. Структурный анализ механизмов

Кинематическая пара. Классификация кинематических пар. Кинематическая цепь. Классификация кинематических цепей. Степень подвижности плоской кинематической цепи. Механизмы. Классификация механизмов.

Методические указания

При изучении данного раздела обратить внимание на классификацию кинематических пар по числу степеней свободы и по элементам касания. Важно понимать различие между абсолютным движением звеньев и относительным движением звеньев кинематической пары, которые определяются только самой кинематической парой. Необходимо уметь определять по формуле Чебышева степень подвижности плоской кинематической цепи. Рассмотреть возможные критерии классификации механизмов, выделив при этом практическую классификацию. Рассмотреть определение механизма исходя из понятия замкнутой кинематической цепи. Обратить внимание на необходимые условия

существования механизма исходя из его определения, а также на связь между степенью подвижности кинематической цепи и числом ведущих звеньев механизма.

Контрольные вопросы

1. Приведите определение звена, кинематической пары, кинематической цепи.
2. Назовите основные плоские кинематические пары, объясните деление пар на высшие и низшие, покажите возможные и невозможные движения звеньев пар относительно друг друга. Приведите пример пространственной кинематической пары.
3. Какие кинематические цепи, замкнутые или незамкнутые, используют обычно для механизмов? Приведите определение механизма.
4. Можно ли в механизме с одной степенью свободы изменить положение звеньев, не меняя положение ведущего звена?
5. Приведите формулу Чебышева и объясните значение входящих в нее величин.

3.2. Кинематический анализ механизмов

Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Поступательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точек вращающегося тела. Плоскопараллельное движение твердого тела. Разложение движения на поступательное и вращательное. Определение скоростей и ускорений точек тела при плоскопараллельном движении.

Методы кинематического исследования механизмов.

Методические указания

Рассматриваются три способа задания движения точки: векторный, координатный и естественный. Скорость и ускорение точки являются векторными величинами, поэтому для их полного определения надо знать не только величину (модуль), но и направление действия.

Необходимо изучить три вида движения твердого тела: поступательное, вращательное и плоскопараллельное (плоское). При поступательном движении все точки тела движутся с одинаковыми скоростями и ускорениями, поэтому можно говорить о скорости и ускорении поступательного движения тела. При вращательном и плоском движении тела скорости и ускорения его точек зависят от их положения относительно некоторого центра.

Вращательное движение твердого тела характеризуется направлением вращения, угловой скоростью и угловым ускорением. Угловая скорость и угловое ускорение вращающегося твердого тела могут быть представлены как векторы. Траекториями движения точек тела, совершающего вращательное движение, являются окружности. Линейные скорости и ускорения точек тела зависят не только от их расположения по отношению к оси вращения, но и,

соответственно, от угловой скорости и углового ускорения. Обратите внимание на то, что при вращательном движении изменяется направление вектора скорости точек тела, что приводит к появлению нормальной составляющей ускорения, направленной к центру вращения. Для всех точек вращающегося тела векторы полного ускорения направлены одинаково по отношению к радиусу описываемой окружности.

Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела можно разложить на поступательное движение со скоростью и ускорением, равными скорости и ускорению некоторой точки тела, выбранной за полюс, и вращательное движение вокруг этого полюса. Если параметры поступательного движения зависят от выбора полюса, то параметры вращательного движения от выбора полюса не зависят.

Привести сравнительную классификацию методов кинематического исследования механизмов. Рассмотреть кинематическое исследование кривошипно-ползунного механизма аналитическим методом.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы задания движения точки. В чем различие этих способов?
2. Запишите выражение для скорости точки при координатном способе задания движения.
3. Дайте определения поступательного, вращательного и плоскопараллельного движения твердого тела.
4. Для какого вида движения справедливо понятие «линейная скорость движения тела»?
5. Запишите выражения для скорости и ускорения точек тела, совершающего вращательное движение.
6. Как направлены вектор угловой скорости и вектор углового ускорения при вращательном движении тела?
7. На какие составляющие раскладывается вектор полного ускорения точки тела, совершающего вращательное движение? Как направлены эти составляющие?
8. Суммой каких движений можно представить плоское движение твердого тела?
9. Что такое мгновенный центр скоростей?
10. Как определяются скорости и ускорения точек при плоском движении?
11. Запишите уравнения плоскопараллельного движения твердого тела.
12. Проведите сравнительный анализ графического, графоаналитического и аналитического методов кинематического исследования механизмов.
13. В каком случае можно использовать аналитический способ кинематического исследования механизмов?

3.3. Силы в механизмах машин и приборов

Силы, действующие в механизмах. Учет сил инерции. Статическая и динамическая балансировки. Трение скольжения и качения в кинематических парах. Коэффициент трения, угол трения. Коэффициент полезного действия механизмов.

Методические указания

Важно изучить виды сил, которые могут действовать на звенья механизма, и деление сил по их связи с движением на силы движущие и силы сопротивления. Нужно уметь находить силы инерции для простейших видов движения. Уяснить сущность статической и динамической балансировок.

При изучении трения обратить внимание на природу трения скольжения и качения, а также на способы снижения сил трения, когда они вредны, и способы их увеличения, когда на действии трения основана работа механизмов. Усвойте понятия: угол трения, конус трения.

Усвоить понятия коэффициента полезного действия механизма, коэффициента потерь, их связь. Нужно уметь определять общий коэффициент полезного действия при последовательном и параллельном соединении механизмов.

Контрольные вопросы

1. Какие виды сил могут действовать на механизм при его движении? Могут ли силы трения быть движущими силами?
2. В каком случае возникают силы инерции и как они определяются?
3. В каких случаях проводится статическая балансировка и в каких динамическая? Проводится ли статическая и динамическая балансировка одной и той же детали?
4. Чем обусловлены силы трения скольжения и силы трения качения?
5. Что такое угол и конус трения?
6. Дайте определение коэффициента полезного действия механизма. Что такое коэффициент потерь и как он связан с коэффициентом полезного действия?
7. Как определяется коэффициент полезного действия при последовательном и параллельном соединениях механизмов?

ТЕМА 4. ДЕТАЛИ И УЗЛЫ МЕХАНИЗМОВ

4.1. Упругие элементы

Назначение, классификация, характеристики упругих элементов. Материалы. Расчет винтовых цилиндрических и плоских пружин.

Методические указания

Изучая раздел «Упругие элементы», необходимо рассмотреть классификацию упругих элементов, области их применения, характеристики, материалы, используемые для изготовления упругих элементов, уяснить такие явления как упругое последействие и упругий гистерезис.

Обратите внимание на особенности упругих элементов, обуславливающие возможность их применения в качестве чувствительных элементов, аккумуляторов механической энергии (двигателей), демпферов.

Особое внимание обратите на то, какой вид деформации испытывает данная пружина. Так, винтовые пружины растяжения–сжатия работают на кручение и сдвиг, плоские пружины – на изгиб.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются упругие элементы по виду деформации; по области применения?
2. Что называется характеристикой упругого элемента?
3. Что такое жесткость (чувствительность) упругого элемента?
4. Дайте определение упругого последствия и упругого гистерезиса пружин.
5. Что такое индекс пружины?
6. Покажите порядок расчета винтовых цилиндрических пружин, работающих на растяжение–сжатие.
7. В каких случаях применяются плоские прямые пружины?

4.2. Валы и оси

Назначение, классификация, конструкция и материалы валов и осей. Расчет валов и осей.

Методические указания

При изучении данного раздела обратите внимание на различие между осью и валом. Конструктивно валы и оси могут выполняться сплошными, ступенчатыми, полыми, в виде вала-шестерни, вала-червяка, шлицевого вала.

Обратите внимание на различие в расчете оси и вала: если ось рассчитывается исходя только из деформации изгиба, то при расчете вала необходимо учитывать как деформацию изгиба, так и кручения. Кроме этого, при необходимости вал проверяется на жесткость и на критическую частоту вращения.

Контрольные вопросы

1. Как устроены валы и оси, для чего они предназначены и из каких материалов изготавливаются?
2. Какая разница между осью и валом?
3. Какие различают виды валов?
4. Как рассчитывают валы и оси на прочность?
5. Как рассчитываются валы на жесткость?
6. Что такое критическое число оборотов вала? Когда необходимо рассчитывать вал на критическое число оборотов?

4.3. Опоры и направляющие

Опоры скольжения. Трение в поступательных кинематических парах. Трение во вращательных кинематических парах.

Опоры качения. Классификация подшипников качения. Выбор подшипников качения. Крепление подшипников на валу и в корпусе.

Направляющие для прямолинейного движения. Условие движения тела по направляющим.

Методические указания

Опоры предназначены для передачи нагрузки от вращающихся осей и валов на корпус механизма. Направляющие обеспечивают относительное поступательное движение деталей механизма. Различают опоры и направляющие с трением скольжения и с трением качения. При изучении опор и направляющих с трением скольжения необходимо рассмотреть соотношение сил в парах «ползун–наклонная плоскость», «клинчатый ползун–желоб», «шип–подшипник», «пята–подпятник».

При рассмотрении опор с трением качения обратите внимание на их преимущества и недостатки по сравнению с опорами скольжения. Изучите классификацию, выбор и крепление на валу и в корпусе подшипников качения. Обратите внимание на особенности системы посадок колец подшипников на вал и в отверстие корпуса.

Рассмотрите классификацию направляющих для прямолинейного движения. Основными требованиями, которые предъявляются к направляющим, являются: точность направления движения, легкость и плавность перемещения, стойкость против износа, нечувствительность к температурным изменениям, малая стоимость, технологичность конструкции. Найдите математическую запись условия отсутствия заклинивания в направляющей с трением скольжения.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются опоры в зависимости от вида трения? Как называются части вала и контактирующие с валом опоры при направлении реакции опоры: а) перпендикулярно оси вала; б) параллельно оси вала?

2. Найдите выражение для минимального усилия, сдвигающего ползун относительно плоскости.

3. Назовите достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения.

4. Как классифицируются подшипники по форме тел качения и по направлению воспринимаемой нагрузки?

5. Как классифицируются подшипники качения по размерам?

6. От чего зависит точность подшипников качения?

7. Запишите выражение для динамической грузоподъемности подшипника качения и поясните значение входящих в него членов.

8. В какой системе выполняется сопряжение подшипников качения с валом? с отверстием корпуса?

9. Изобразите несколько вариантов крепления подшипников на валу и в корпусе.

10. Нарисуйте примеры конструкций направляющих для поступательного движения.

11. Как влияет величина сдвигающего усилия на заклинивание в направляющей с трением скольжения?

4.4. Соединения

Классификация соединений, конструкции и методика расчета различных типов неразъемных и разъемных соединений: сваркой, пайкой, склеиванием, заклепками, резьбовых, штифтовых, шпоночных, шлицевых.

Методические указания

Ознакомиться с различными видами соединений. Знать технологию выполнения соединений, область их применения, достоинства и недостатки каждого вида соединений. Более подробно следует рассмотреть резьбовые соединения как наиболее часто применяемые в технике, в частности расчет болтов на растяжение и срез.

Контрольные вопросы

1. Какое соединение деталей называется неразъемным? Назовите основные виды неразъемных соединений.
2. Перечислите основные виды разъемных соединений.
3. Назовите конструктивные формы резьбовых соединений.
4. Какому расчету подвергаются болты, нагруженные осевой силой? поперечной силой?
5. Какие виды сварки вы знаете?
6. В чем состоят достоинства клеевых соединений?

4.5. Муфты

Назначение, классификация, конструкции муфт и их краткая характеристика.

Методические указания

При изучении муфт необходимо подразделить их на соединительные (глухие и компенсирующие) и управляемые. В рекомендуемых учебных пособиях нужно найти по одному примеру каждого типа муфт и уяснить себе их принцип действия.

Контрольные вопросы

1. Как можно классифицировать муфты по функциональным признакам?
2. Приведите примеры муфт каждого типа.
3. В каких случаях применяют фрикционные муфты?

ТЕМА 5. ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЗМОВ

Ошибки механизмов и причины их возникновения. Допуски и посадки. Основные понятия и определения. Виды допусков и назначение посадок в соответствии с ГОСТ 25346-89. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей. Шероховатость. Методы расчета ошибок механизмов.

Методические указания

К основным погрешностям механизмов следует отнести ошибку положения, ошибку перемещения и ошибку мертвого хода. На величину этих ошибок влияет ряд факторов: производственные, схематические, эксплуатационные и температурные. Умейте пояснить механизм влияния этих факторов.

При рассмотрении вопросов о допусках и посадках обратите внимание на зависимость величины допуска от условного уровня точности (калитета) и величины номинального размера. Изучите порядок образования допусков в соответствии с ГОСТ 25346-89. При рассмотрении вопроса об образовании и выборе посадок необходимо обратить внимание на особенности системы основного отверстия и системы основного вала. Студент должен свободно ориентироваться в вопросе обозначения на чертежах допусков и посадок, используя в последующем эти знания при выполнении курсового проекта.

При изучении вопроса «Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей» а также вопроса «Шероховатость поверхностей» особое внимание обратить на их обозначение на чертежах.

Изучая дифференциальный метод определения погрешностей механизмов, обратить внимание на такие понятия как первичная ошибка, частная погрешность, коэффициент влияния первичной ошибки. Рассмотреть в качестве примера определение погрешности кривошипно-ползунного механизма.

Контрольные вопросы

1. Назовите ошибки механизмов.
2. Назовите причины, приводящие к погрешностям механизмов.
3. Дайте определение номинального размера, действительного размера.
4. Что такое допуск размера?
5. В чем отличие поля допуска размера от допуска?
6. Что такое квалитет?
7. От чего зависит величина допуска?
8. Как определяется величина допуска размера в соответствии с ГОСТ?
9. Сколько полей допусков размеров валов и отверстий определяет ГОСТ?
10. Нарисуйте расположение полей допусков для посадки с зазором; для посадки с натягом; для переходной посадки.
11. Запишите условное обозначение посадки в системе основного отверстия.
12. Запишите условное обозначение посадки в системе основного вала.

13. Назовите возможные отклонения формы и взаимного расположения поверхностей.

14. Как обозначаются на чертежах отклонения формы и взаимного расположения поверхностей?

15. Какие параметры служат для количественной оценки шероховатости поверхностей?

16. Как обозначается шероховатость поверхностей на чертежах?

17. В чем заключается дифференциальный метод определения погрешностей механизмов?

ТЕМА 6. ПЕРЕДАТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Классификация передаточных механизмов. Соотношение скоростей в высшей кинематической паре (основной закон зацепления).

Методические указания

Рассмотрите подробно практическую классификацию передаточных механизмов. Обратите внимание на то, что в названии некоторых механизмов указаны его конструктивные особенности либо способ передачи движения и т.п.

При рассмотрении основного закона зацепления необходимо показать, что при выполнении двух условий существования высшей кинематической пары: геометрического и кинематического, нормаль к профилям в точке их контакта делит межцентровое расстояние в отношении, обратном отношению угловых скоростей. Следует обратить внимание на условие отсутствия скольжения в зоне контакта звеньев и с учетом этого уметь пояснить два возможных способа передачи движения между звеньями, образующими высшую кинематическую пару.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры механизмов в соответствии с практической классификацией.

2. Приведите примеры механизмов, в названии которых учитываются конструктивные либо другие особенности.

3. Сформулируйте геометрическое и кинематическое условия существования высшей кинематической пары.

4. Что такое передаточное отношение? Запишите его выражение через отношение начальных радиусов.

5. При каком условии в высшей кинематической паре будет отсутствовать скольжение?

6. Назовите возможные способы передачи движения между звеньями, образующими высшую кинематическую пару.

6.1. Зубчатые передачи

Классификация зубчатых передач. Элементы зубчатых колес. Способы изготовления зубчатых колес. Кинематический анализ рядовых и

эпициклических зубчатых передач. Эвольвентное зацепление зубьев. Силы, действующие в зацеплении прямозубых и косозубых передач. Точность зубчатых передач. Выполнение рабочего чертежа зубчатого колеса. Червячные передачи.

Методические указания

Самым распространенным типом передаточных механизмов как в машиностроении, так и в приборостроении являются зубчатые передачи, что обусловлено рядом достоинств этих передач. Изучите эти достоинства. Рассматривая способы изготовления зубчатых колес, обратите внимание на преимущество метода обкатывания перед методом копирования.

При ознакомлении с геометрическим расчетом зубчатых и червячных передач необходимо обратить особое внимание на то, что все размеры колеса (червяка) выражаются через основной параметр зацепления – модуль m , равный отношению шага зубьев (шага винтовой нарезки) p к числу π . При этом если прямозубое цилиндрическое колесо имеет один расчетный модуль, то косозубое колесо – два модуля: нормальный m_n и торцевой m_s .

Нужно научиться определять передаточные отношения в сложных зубчатых передачах с неподвижными и подвижными осями, т.е. планетарных и дифференциальных передачах. Для этого нужно разбираться в схемах и уметь находить характерные звенья – водило и сателлиты. При изучении различных видов сложных зубчатых передач нужно знать, что в понижающих скорость зубчатых передачах (редукторах) происходит уменьшение скорости в число раз, равное передаточному отношению, и увеличение момента в то же число раз; мощность же уменьшается только на величину потерь.

Обратить внимание на достоинства эвольвентного зацепления зубьев.

Следует уяснить, какие силы действуют в зацеплении прямозубых и косозубых цилиндрических колес.

При рассмотрении точности зубчатых колес следует обратить внимание на то, что колесо может иметь норму кинематической точности, норму плавности и норму контакта, соответствующие различным степеням точности.

Уметь выполнять рабочие чертежи зубчатых колес.

При изучении червячных передач следует обратить внимание на кинематику пары червяк–червячное колесо, на зависимость передаточного отношения в червячной передаче от числа заходов червяка.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются зубчатые передачи?
2. Назовите способы изготовления зубчатых колес. Какой способ предпочтительнее и почему?
3. Укажите основные достоинства и недостатки зубчатых передач.
4. Назовите достоинства эвольвентного зацепления.
5. Что такое модуль зацепления? Какие модули различают для косозубых колес?
6. Как определяют начальный и делительный диаметры зубчатого колеса?

7. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
8. На какие составляющие раскладывается вектор нормального давления в зацеплении прямозубой цилиндрической передачи?
9. Назовите нормы, устанавливающие точность зубчатых колес.
10. Что определяет вид сопряжения зубчатых колес?
11. Учитывается ли точность зубчатых колес при выборе вида сопряжения?
12. Как устроены планетарные зубчатые передачи, каковы их достоинства?
13. Какая передача называется редуктором, мультипликатором?
14. Назовите достоинства и недостатки червячных передач по сравнению с цилиндрическими зубчатыми передачами.
15. Какой червяк называется архимедовым?

6.2. Фрикционные передачи

Назначение, классификация фрикционных передач. Кинематика фрикционных передач. Условие передачи движения во фрикционном механизме. Упругое и геометрическое скольжение.

Методические указания

При изучении фрикционных передач найдите условие передачи движения. Обратите внимание на отличие действительного передаточного отношения от теоретического вследствие наличия упругого и геометрического скольжения во фрикционном механизме. Уясните природу геометрического и упругого скольжения.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются фрикционные передачи?
2. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?
3. Из каких материалов изготавливаются колеса фрикционных передач?
4. Как определить в цилиндрической фрикционной передаче усилие прижима, обеспечивающее ее надежную работу?
5. Начертите схему фрикционной передачи с переменным передаточным отношением.
6. От чего зависит величина упругого скольжения во фрикционном механизме?
7. Поясните механизм геометрического скольжения, возникающего во фрикционном вариаторе.
8. От чего зависит величина геометрического скольжения?

6.3. Передачи гибкой связью

Назначение, классификация передач гибкой связью. Условие передачи движения во фрикционном механизме с гибким звеном.

Методические указания

Из передач с гибкой связью особенное распространение имеют передачи с непосредственным зацеплением, а также различные фрикционные передачи, в основном ременные, на которые следует обратить внимание.

Рассмотрите условие передачи движения в механизме с гибкой связью с фрикционным сцеплением.

Обратите внимание на отличие действительного передаточного отношения от теоретического, обусловленное упругими деформациями в передаче.

Контрольные вопросы

1. Начертите схемы передач с гибкой связью с непосредственным соединением, с трением и зацеплением.
2. Как классифицируются ременные механизмы в зависимости от вида применяемого ремня?
3. Как учитывается упругое скольжение в передаче с гибкой связью при определении передаточного отношения?

6.4. Механизмы прерывистого движения

Назначение, классификация механизмов прерывистого и одностороннего движения. Храповые и мальтийские механизмы.

Методические указания

При рассмотрении классификации механизмов прерывистого и одностороннего движения следует обратить внимание на диапазоны скоростей, при которых они применяются, и на причины, вызывающие ограничения области применения.

При рассмотрении мальтийских механизмов обратить особое внимание на геометрические особенности и кинематику этих механизмов.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию механизмов прерывистого и одностороннего движения.
2. При каких скоростях и почему применяются храповые зубчатые механизмы; храповые фрикционные механизмы; мальтийские механизмы?
3. Изобразите мальтийский механизм и объясните принцип его работы.
4. С какой целью применяют храповые механизмы с двойными собачками?
5. Что дает применение в храповых механизмах ведущих звеньев с расположенными на них двумя собачками?
6. Запишите выражение для коэффициента движения одноповодкового мальтийского механизма.
7. Как можно получить значение коэффициента движения мальтийского механизма больше 0,5?

6.5. Кулачковые механизмы

Классификация, применение и характеристики кулачковых механизмов. Кинематическое исследование и проектирование кулачковых механизмов.

Методические указания

При изучении кулачковых механизмов обратите внимание на возможности воспроизведения с помощью этих устройств практически любого закона движения рабочего звена. Уясните такие параметры кулачковых механизмов, как угол давления, угол дальнего стояния, угол ближнего стояния.

Усвойте метод обращения движения, применяемый при кинематическом исследовании и при проектировании кулачковых механизмов.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры кулачковых механизмов с поступательно движущимся и с качающимся толкателем.
2. На примере кулачкового механизма с качающимся толкателем поясните применение метода обращения движения для кинематического исследования.
3. Что такое реальный и теоретический профили кулачка?
4. Что такое угол давления?
5. Что такое угол ближнего стояния? угол дальнего стояния?
6. Поясните порядок построения профиля кулачка по заданному закону поступательного движения толкателя.

6.6. Винтовые механизмы

Назначение и классификация винтовых механизмов. Кинематика и расчет винтовых механизмов.

Методические указания

Обратите внимание на наиболее характерные области применения винтовых механизмов, на их достоинства и недостатки.

Для наиболее распространенных схем винтовых механизмов рассмотрите кинематические зависимости.

Наиболее важный элемент передачи – резьба. В отличие от крепежных резьб, в которых очень важна повышенная надежность против самоотвинчивания, в ходовых и грузовых винтах необходимо малое трение. Поэтому для винтовых механизмов, в основе которых лежит передача винт–гайка, применяют резьбы с малым углом профиля.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные достоинства и недостатки передачи винт–гайка и укажите области применения этой передачи.
2. Изобразите основные схемы передачи винт–гайка.
3. Из каких материалов изготавливают гайки?
4. Что такое ход винта?

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ванторин, В. Д. Механизмы приборных и вычислительных систем / В. Д. Ванторин. – М. : Высш. шк., 1985. – 415 с.
2. Вopilкин, Е. А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем / Е. А. Вopilкин. – М. : Высш. шк., 1980. – 463 с.
3. Вышинский, Н. В. Техническая механика / Н. В. Вышинский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 251 с.
4. Вышинский, Н. В. Техническая механика : курсовое проектирование / Н. В. Вышинский. – Минск : Бестпринт, 2001. – 164 с.
5. Иосилевич, Г. В. Прикладная механика / Г. В. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. – М. : Машиностроение, 1975. – 576 с.
6. Красковский, Е. Я. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем / Е. Я. Красковский, Ю. В. Дружинин, Е. М. Филатов. – М. : Высш. шк., 1991. – 431 с.
7. Прикладная механика / под ред. В. М. Осецкого. – М. : Машиностроение, 1977. – 398 с.
8. Прикладная механика / под ред. К. И. Заблонского. – Киев : Виц. шк., 1984. – 279 с.
9. Сурин, В. М. Техническая механика / В. М. Сурин. – Минск : БГУИР, 2004. – 292 с.

Дополнительная

1. Гжиров, Р. И. Краткий справочник конструктора / Р. И. Гжиров. – Л. : Машиностроение, 1984. – 464 с.
2. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев. – М. : Высш. шк., 1985. – 416 с.
3. Курсовое проектирование деталей машин / под ред. В. Н. Кудрявцева. – Л. : Машиностроение, 1984. – 400 с.
4. Левитская, О. Н. Курс теории механизмов и машин / О. Н. Левитская, Н. И. Левитский. – М. : Высш. шк., 1985. – 269 с.
5. Степин, П. А. Соппротивление материалов / П. А. Степин. – М. : Высш. шк., 1987. – 366 с.
6. Техническая механика : лабораторный практикум / В. М. Сурин [и др.]; под общ. ред. В. М. Сурина. – Минск : БГУИР, 2004. – 119 с.
7. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование. В 2 ч. / под ред. О. Ф. Тищенко. – М. : Высш. шк., 1978.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Студенты-заочники специальностей «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств» и «Проектирование и производство радиоэлектронных средств» выполняют в 3-м семестре одну контрольную работу, которая состоит из трех задач.

Каждая задача содержит десять типов схем и для каждой схемы даны десять вариантов численных значений параметров. Обязателен для выполнения тот тип схемы, номер которого соответствует последней цифре шифра студента (в зачетной книжке), и тот вариант, который соответствует предпоследней цифре шифра.

Например, студент, имеющий шифр 500201-16, должен выполнить в контрольной работе задачи, соответствующие шестой схеме и первому варианту. Если последняя цифра шифра студента – нуль, то ему надо выполнить задачи, соответствующие десятой схеме. Если предпоследняя цифра – нуль, студент должен выполнить задачи варианта 10 своего типа схемы.

Контрольную работу выполняют в тетради с полями, оставленными для замечаний рецензента.

Перед решением задачи надо выписать полностью ее условие с числовыми данными, составить эскиз (рисунок) и указать на нем все величины, используемые для расчета. Все необходимые вычисления сначала проделать в общем виде, обозначая все данные и искомые величины буквами, после чего вместо буквенных обозначений подставить числовые значения и найти результат. Расчеты должны быть выполнены в определенной последовательности, теоретически обоснованы и сопровождаться пояснительным текстом. Все расчеты в контрольных работах и в пояснительной записке к курсовому проекту должны производиться в единицах СИ.

Решение необходимо сопровождать краткими, последовательными и грамотными (без сокращения слов) объяснениями, а также чертежами, на которых даны числовые значения для всех входящих в расчет величин.

На обложке тетради, в которой выполнена контрольная работа, должны быть четко написаны: название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр, дата отсылки работы, точный почтовый адрес отправителя.

Контрольные работы, выполненные не в соответствии с шифром студента, оформленные небрежно и без соблюдения требований, не рассматриваются.

Задача 1

Определить реакции опор A и B горизонтальной балки AB , если на нее действует сосредоточенная сила F , пара сил с моментом m и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью q .

Схемы нагружения десяти типов даны на рис. 1, а числовые данные для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величина	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F, \text{кН}$	20	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$q, \text{кН/м}$	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5
$m, \text{Нм}$	8000	7500	7000	6500	6000	5500	5000	4500	4000	3500
$l, \text{м}$	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4
$d_1, \text{м}$	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2
$d_2, \text{м}$	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
$\alpha, \text{рад}$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$

Задача 2

К стальному ступенчатому валу, имеющему сплошное поперечное сечение, приложены четыре момента (рис. 2). Левый конец вала жестко закреплен в опоре, а правый конец – свободен и его торец имеет угловые перемещения относительно левого конца. Требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов по длине вала;
- 2) при заданном значении допускаемого напряжения на кручение определить диаметры d_1 и d_2 вала из расчета на прочность, полученные значения округлить;
- 3) построить эпюру действительных напряжений кручения по длине вала;
- 4) построить эпюру углов закручивания, приняв $G \gg 0,4E$. Для стали модуль упругости первого рода считать равным $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МН/м}^2$.

Числовые данные для расчетов приведены в табл. 2.

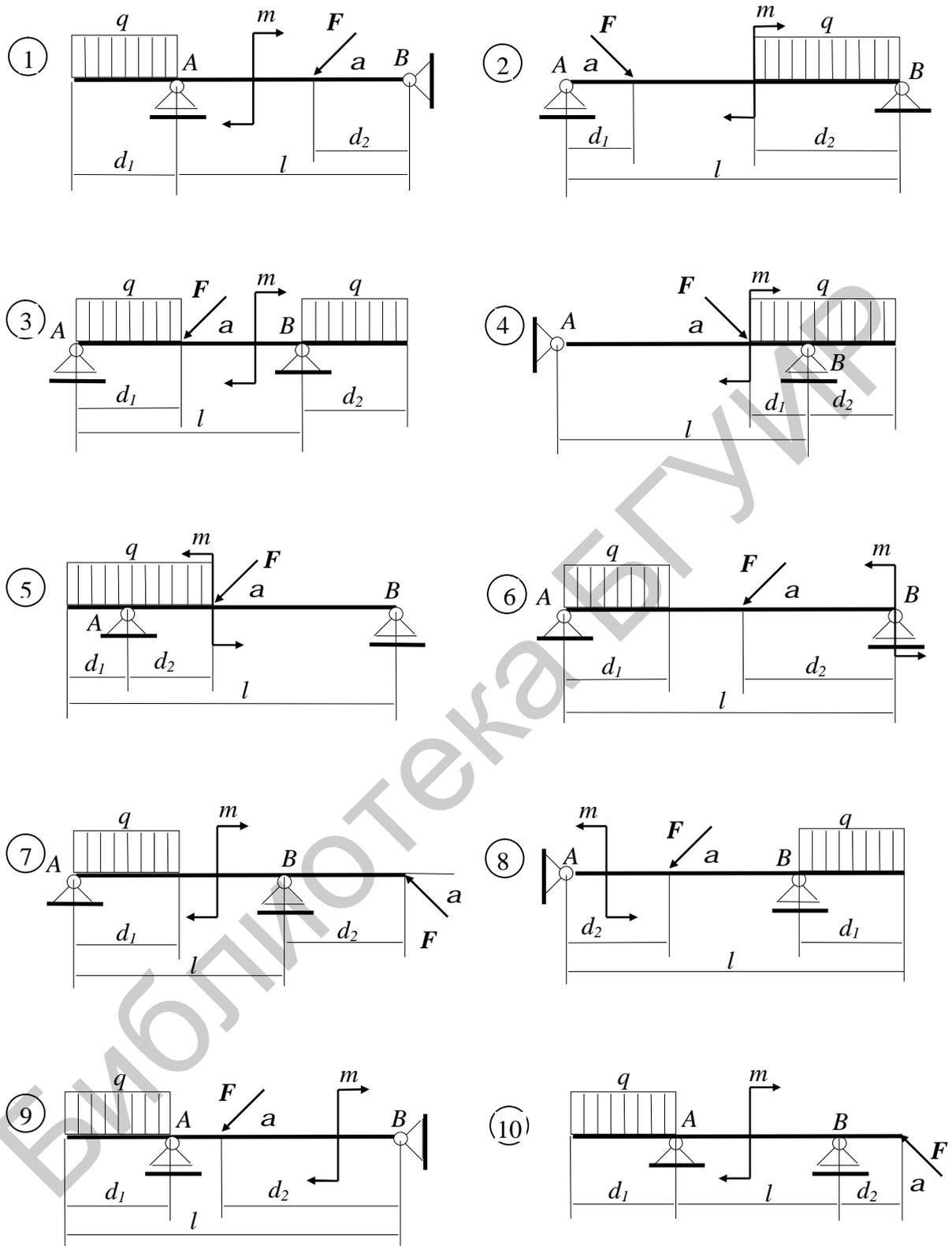


Рис. 1

Таблица 2

Варианты	Расстояния, м			Моменты, кНм				[t],
	a	b	c	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	МПа
1	1,0	1,0	1,0	5,1	2,1	1,1	0,1	30
2	1,1	1,1	1,1	5,2	2,2	1,2	0,2	30
3	1,2	1,2	1,2	5,3	2,3	1,3	0,3	35
4	1,3	1,3	1,3	5,4	2,4	1,4	0,4	35
5	1,4	1,4	1,4	5,5	2,5	1,5	0,5	40
6	1,5	1,5	1,5	5,6	2,6	1,6	0,6	40
7	1,6	1,6	1,6	5,7	2,7	1,7	0,6	45
8	1,7	1,7	1,7	5,8	2,8	1,8	0,8	45
9	1,8	1,8	1,8	5,9	2,9	1,9	0,9	50
10	1,9	1,9	1,9	6,0	3,0	2,0	1,0	50

Задача 3

Для заданной схемы балки (рис. 3) требуется написать в общем виде выражения для поперечной силы Q и изгибающего момента M , действующих в поперечных сечениях каждого участка балки, построить эпюры Q и M , найти M_{\max} и подобрать по таблице приложения стальную балку двутаврового поперечного сечения при $[s]=160$ МПа.

Данные взять из табл. 3

Таблица 3

Варианты	Данные величины						
	a, м	b, м	c, м	l, м	F, кН	M, кНм	q, кН/м
1	2,0	3,2	1,8	10	20	7	22
2	2,2	3,4	1,9	10	19	7	21
3	2,4	3,6	2,0	11	18	8	20
4	2,6	3,8	2,1	11	16	8	19
5	2,8	4,0	2,2	12	15	9	18
6	3,0	4,2	2,3	12	14	9	17
7	3,2	4,4	2,4	13	13	10	16
8	3,4	4,6	2,5	13	12	10	15
9	3,6	4,8	2,6	14	11	11	14
10	3,8	5,0	2,7	14	10	11	13

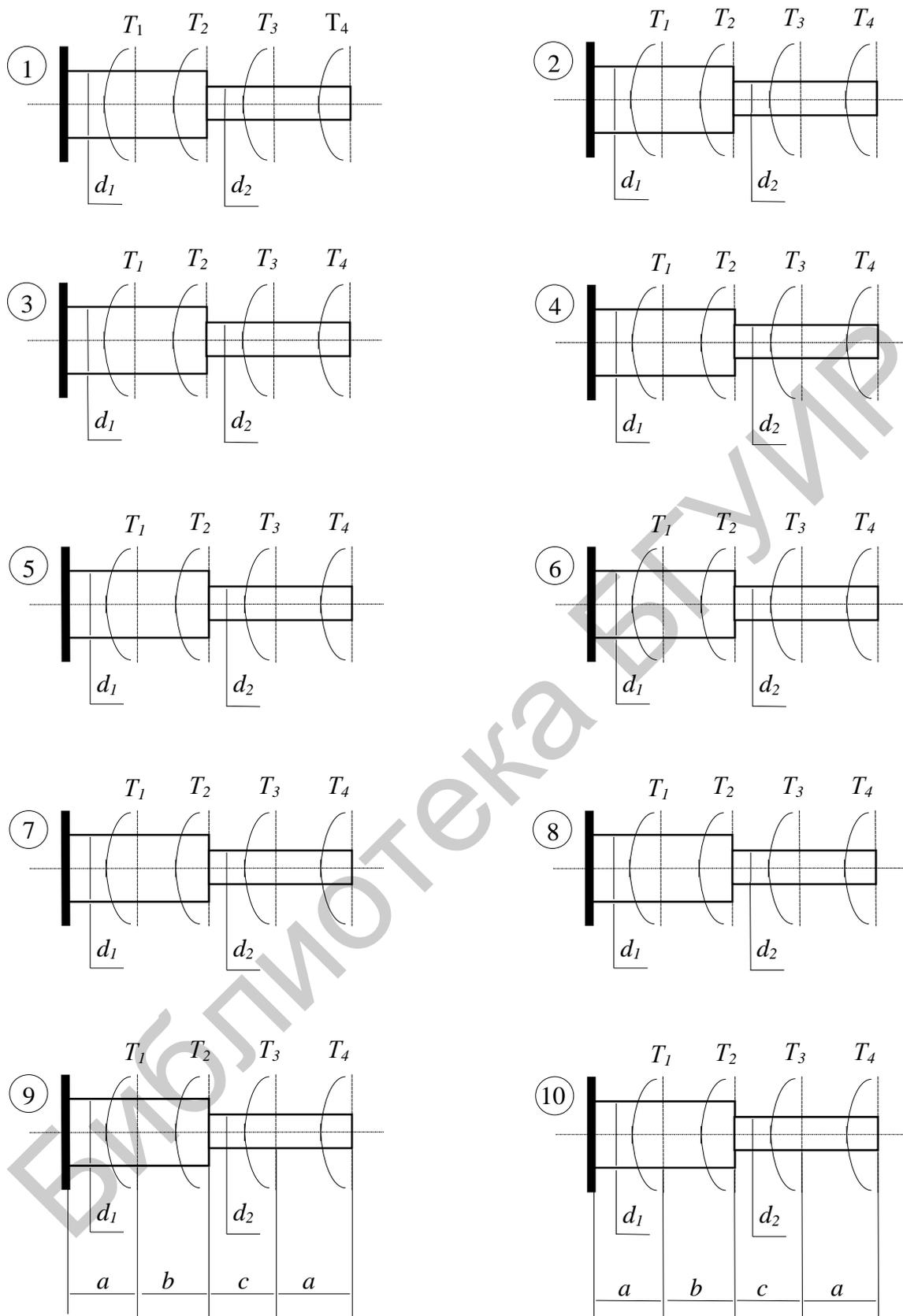
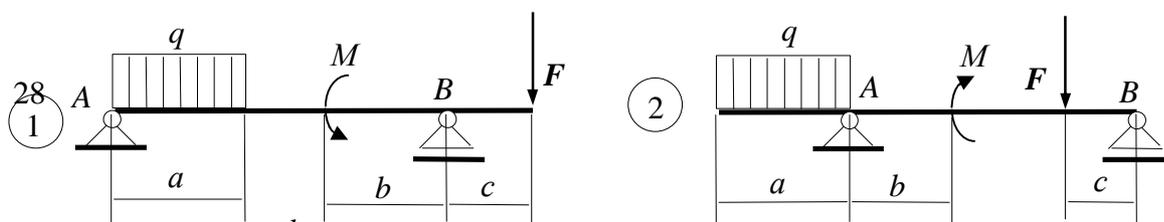


Рис. 2



Библиотека БГУИР

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В результате изучения дисциплины «Техническая механика» студент должен не только знать основные положения сопротивления материалов, теории механизмов и деталей машин и приборов, но и уметь выполнять необходимые расчеты и конструктивные разработки простейших механизмов, узлов машин и приборных устройств. Это умение студентов использовать на практике теоретические знания проверяется при выполнении курсового проекта, являющегося их первой самостоятельной инженерной разработкой. Выполняя курсовой проект, студент приобретает также навыки работы со справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.

Объектом курсового проекта является зубчатая передача (редуктор) электромеханического привода, предназначенная для преобразования вращательного движения. Такой выбор связан с большой распространенностью зубчатых передач в современной технике. Кроме этого, в электромеханическом приводе с зубчатой передачей наиболее полно представлены детали, узлы и соединения, изучаемые в курсе «Техническая механика». При проектировании редуктора студент наряду с конструкторскими задачами выполняет различные расчеты, позволяющие выбрать оптимальные варианты конструкции либо проверить правильность принятых конструктивных решений.

Курсовой проект по дисциплине «Техническая механика» выполняется после завершения изучения основного блока общетехнических дисциплин и его целью является предоставление студентам возможности на практике использовать полученные теоретические знания. Кроме этого, выполняя курсовой проект, студент приобретает первые инженерные навыки по расчету и конструированию типовых деталей и узлов механизмов машин и приборов.

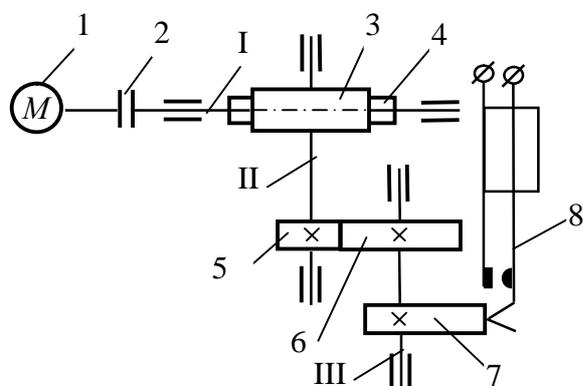
Основными задачами, которые стоят перед студентами при выполнении курсового проекта, являются:

- ознакомление с научно-технической литературой по теме курсового проектирования;
- изучение известных конструкций аналогичных механизмов машин и приборов с анализом их достоинств и недостатков;
- выбор наиболее простого варианта конструкции механизма с учетом выполнения требований технического задания на проект;
- выполнение необходимых расчетов с целью обеспечения заданных технических характеристик устройства;

- выбор необходимой точности изготовления деталей и узлов проектируемого устройства;
- выполнение графической части курсового проекта в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД;
- составление необходимых описания и пояснений к курсовому проекту.

ЗАДАНИЕ №1

Прерыватель электромеханический



Спроектировать редуктор прерывателя электромеханического, кинематическая схема которого представлена на рисунке.

В соответствии с кинематической схемой движение от электродвигателя 1 посредством муфты 2 передается на входной вал I редуктора (вал червяка 3). Червячное колесо 4 крепится на валу II, на котором располагается также колесо 5 цилиндрической зубчатой передачи. На выходном валу III редуктора кроме колеса 6 цилиндрической зубчатой передачи крепится кулачок 7, который обеспечивает периодическое размыкание электрических контактов 8.

Исходные данные к курсовому проектированию взять из таблицы в соответствии с вариантом задания.

Исходные данные	Варианты задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип электродвигателя	ДПМ		ДПР		ДПМ		ДПР		ДПМ	
Номинальная скорость вращения вала двигателя, об/мин	2000	4500		2500		6000		4500		9000
Длительность размыкания контактов в процентах ко времени цикла	15		20		25		30		45	
Число размыканий контактов в минуту	10	22	25	12	16	20	25	20	18	30
Усилие прижатия контактов, Н	2,0	0,8	1,0	1,5	1,6	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3
Зазор между разомкнутыми контактами, мм	0,8	1,0		1,2		1,5		1,8		0,8
Долговечность, ч, не менее	2000		2500		3000		2500		2000	

Содержание пояснительной записки

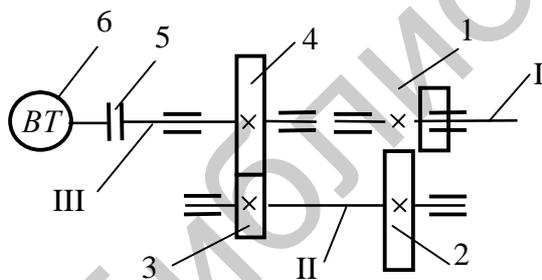
1. Предварительный выбор двигателя.
 - 1.1. Расчет момента вращения на выходном валу.
 - 1.2. Расчет требуемой мощности двигателя.
 - 1.3. Выбор двигателя.
2. Расчет редуктора.
 - 2.1. Кинематический расчет.
 - 2.2. Расчет геометрических размеров.
3. Расчет пластинчатых пружин контактов.
4. Проверочный расчет требуемой мощности двигателя.
5. Выбор подшипников качения.
6. Расчет детальной размерной цепи.
7. Литература.
8. Спецификация.

Перечень графического материала

1. Сборочный чертеж редуктора прерывателя электромеханического и кинематическая схема механизма – 1 лист формата А1.
2. Рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо 5, вал II, крышка подшипниковая) – 3 листа формата А4.

ЗАДАНИЕ №2

Редуктор к вращающемуся трансформатору



Спроектировать двухступенчатый редуктор к вращающемуся трансформатору 6 (см. рис.), используемому в качестве преобразователя угла поворота вала III в электрический сигнал.

Угол поворота выходного вала III редуктора связан через заданное передаточное отношение (см. табл.) с углом поворота входного вала I.

Учитывая реверсивный характер работы редуктора, в конструкциях колес 2 и 4 необходимо предусмотреть выборку мертвого хода. Конструкция соединительной муфты 5 также должна обеспечивать выборку мертвого хода.

Исходные данные к курсовому проектированию следует взять из таблицы в соответствии с вариантом задания.

Исходные данные	Варианты задания										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Тип ВТ	ВТ – 2		ВТ – 3		8МВТ – 5П		ВТМ – 4		10ВТМ – 5Э	
Угол поворота, град	± 60									
Статический момент трения ротора ВТ, Нмм	16,66		7,85		7,85		8,82		7,85	
Передаточное отношение редуктора	24	28	22	30	26	22	26	30	28	24
Ошибка положения, угл. мин.	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5

Содержание пояснительной записки

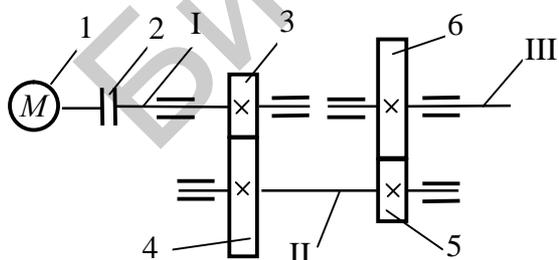
1. Расчет редуктора.
 - 1.1. Кинематический расчет.
 - 1.2. Расчет геометрических размеров.
2. Расчет кинематической погрешности редуктора.
3. Расчет момента вращения на ведущем валу I.
4. Расчет пружины выборки мертвого хода.
5. Расчет детальной размерной цепи.
6. Обоснование выбора применяемых материалов.
7. Литература.
8. Спецификация.

Перечень графического материала

1. Сборочный чертеж редуктора и кинематическая схема механизма – 1 лист формата А1.
2. Рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо 1, вал III, крышка подшипниковая) – 3 листа формата А4.

ЗАДАНИЕ №3

Редуктор соосный



Спроектировать двухступенчатый соосный редуктор с цилиндрическими зубчатыми колесами, предназначенный для быстродействующих стартстопных механизмов.

Кинематическая схема редуктора представлена на рисунке. Вращательное движение вала электродвигателя 1 через муфту 2 передаются на входной вал I двухступенчатого редуктора. Вал III является выходным валом редуктора, скорость вращения которого задана.

Для увеличения быстродействия механизма необходимо обеспечить минимальное значение приведенного к валу электродвигателя момента инерции редуктора.

Исходные данные к курсовому проектированию взять из таблицы в соответствии с вариантом задания.

Исходные данные	Варианты задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип двигателя	Постоянного тока					Переменного тока				
Скорость вращения выходного вала редуктора, об/мин	110		120		100		80		90	
Момент нагрузки, Нмм	130	150		140		120		110	100	
Режим работы привода	Реверсивный					Нереверсивный				

Содержание пояснительной записки

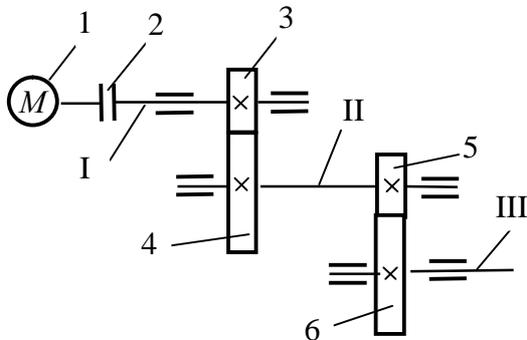
1. Предварительный выбор двигателя.
 - 1.1. Расчет требуемой мощности двигателя.
 - 1.2. Выбор двигателя.
2. Расчет редуктора.
 - 2.1. Кинематический расчет.
 - 2.2. Расчет геометрических размеров.
3. Проверочный расчет требуемой мощности двигателя.
4. Расчет приведенного момента инерции редуктора.
5. Расчет погрешности мертвого хода или кинематической погрешности.
6. Обоснование выбора применяемых материалов.
7. Литература.
8. Спецификация.

Перечень графического материала

1. Сборочный чертеж редуктора соосного и кинематическая схема механизма – 1 лист формата А1.
2. Рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо 3, вал II, крышка подшипниковая) – 3 листа формата А4.

ЗАДАНИЕ №4

Редуктор азимута антенны



Спроектировать редуктор азимута антенны радиолокационной станции. При разбивке передаточного отношения n -ступенчатого редуктора обеспечить выполнение условия минимизации массы редуктора.

За основу при проектировании взять кинематическую схему механизма с двухступенчатым редуктором (см.

рисунок). В соответствии с кинематической схемой вращательное движение вала электродвигателя 1 посредством муфты 2 передается на входной вал I редуктора. Выходным валом редуктора является вал III, скорость которого задана.

Исходные данные к курсовому проектированию взять из таблицы.

Исходные данные	Варианты задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скорость вращения выходного вала, об/мин	160	100	120	200	140	170	130	150	180	190
Момент нагрузки, Нмм	210	220	190	175	145	180	150	205	160	200
Допустимая погрешность передачи, угл. мин.	20	22	15	18	16	20	25	18	22	15
Модуль, мм	0,8	0,5	0,6	0,8	1,0	0,8	0,5	0,6	0,8	1,0
Долговечность, ч	7000			6000			5000			

Содержание пояснительной записки

1. Предварительный выбор двигателя.
2. Расчет редуктора.
 - 2.1. Кинематический расчет.
 - 2.2. Расчет геометрических размеров.
3. Проверочный расчет мощности двигателя.
4. Расчет кинематической погрешности редуктора.
5. Выбор подшипников качения.
6. Обоснование выбора применяемых материалов.
7. Литература.
8. Спецификация.

Перечень графического материала

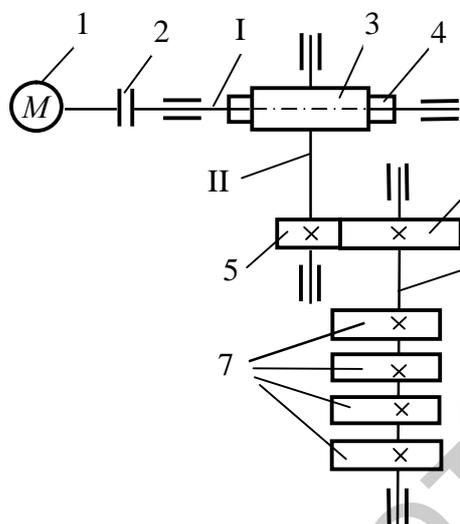
1. Сборочный чертеж редуктора и кинематическая схема механизма – 1 лист формата А1.

2. Рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо 3, вал II, крышка подшипниковая) – 3 листа формата А4.

ЗАДАНИЕ №5

Устройство программное

Спроектировать редуктор программного устройства, кинематическая схема которого представлена на рисунке.



В соответствии с кинематической схемой движение от электродвигателя 1 посредством муфты 2 передается на входной вал I редуктора (вал червяка 3). Червячное колесо 4 крепится на валу II, на котором располагается также колесо 5 цилиндрической зубчатой передачи. На выходном валу III редуктора кроме колеса 6 цилиндрической зубчатой передачи

крепятся кулачки 7, которые обеспечивают переключение по определенной программе выключателей 8.

Исходные данные к курсовому проектированию взять из таблицы в соответствии с вариантом задания.

Исходные данные	Варианты задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип электродвигателя	ДПМ		ДПР		ДПМ		ДПР		ДПМ	
Номинальная скорость вращения вала двигателя, об/мин	2000	4500		2500		4500		2000		2500
Продолжительность цикла, с	15		20		25		20		25	
Замыкание выключателей в цикле, с	0-12	2-10	0-15	2-15	0-12	5-15	0-15	2-15	0-12	5-15
	5-15	0-8	10-	5-18	5-20	0-15	10-	5-18	5-20	0-15
	2-10	8-15	20	0-10	12-	10-	20	0-10	12-25	10-25
	8-15	4-12	5-15	10-	25	25	5-15	10-20	8-22	7-20
			7-18	20	8-22	7-20	7-18			
Тип выключателя	МП-5	МПН2	МП-5	МПН2	МП-5	МПН2	МП-5	МПН2	МП-5	МПН2
Модуль зацепления m , мм	0,8	1,0		0,5		0,6		0,7		0,9
Долговечность, ч., не менее	2000		2500		3000		2500		2000	

Содержание пояснительной записки

1. Описание работы устройства.
2. Построение диаграмм перемещений кнопок переключателей за цикл работы.
3. Предварительный выбор двигателя.
 - 3.1. Расчет момента вращения на выходном валу.
 - 3.2. Расчет требуемой мощности двигателя.
 - 3.3. Выбор двигателя.
4. Расчет редуктора.
 - 4.1. Кинематический расчет.
 - 4.2. Расчет геометрических размеров.
5. Проверочный расчет требуемой мощности двигателя.
6. Выбор подшипников качения.
7. Расчет детальной размерной цепи.
8. Литература.
9. Спецификация.

Перечень графического материала

1. Сборочный чертеж редуктора прерывателя электромеханического и кинематическая схема механизма – 1 лист формата А1.
2. Рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо 5, вал II, крышка подшипниковая) – 3 листа формата А4.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Двутавры

Номер балки	Размеры сечения, мм		Площадь сечения, см ²	Момент сопротивления при изгибе W_x , см ³
	высота, h	толщина, s		
10	100	4,5	12,0	39,7
12	120	4,8	14,7	54,8
14	140	4,9	17,4	81,7
16	160	5,0	20,2	109
18	180	5,1	23,4	143
20	200	5,2	26,8	184
22	220	5,4	30,6	232
24	240	5,6	34,8	289
27	270	6,0	40,2	371
30	300	6,5	46,5	472
33	330	7,0	53,8	597
36	360	7,5	61,9	743
40	400	8,3	72,6	953
45	450	9,0	84,7	1231
50	500	10,0	100,0	1589

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. Статика твердого тела.....	4
Тема 2. Основы расчетов на прочность.....	4
Тема 3. Основы теории механизмов.....	10
Тема 4. Детали и узлы механизмов.....	13
Тема 5. Точность механизмов.....	16
Тема 6. Передаточные механизмы.....	18
Литература.....	23
Контрольная работа.....	24
Курсовое проектирование.....	30
Приложение.....	38

Библиотека БГУИР

Учебное издание

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальностей
I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств»
и I-39 02 02 «Проектирование и производство
радиоэлектронных средств» заочной формы обучения

Составители:

Вышинский Николай Владимирович
Красовский Владимир Иванович

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор М. В. Тезина
Компьютерная верстка Е. Г. Бабичева

Подписано в печать 29.12.2007.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 2,44.
Уч.-изд. л. 2,0.	Тираж 120 экз.	Заказ 630.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6