

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 18.12.2021 14:31:32

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Юго-Западный государственный университет
(ЮЗГУ)
Кафедра механики, мехатроники и робототехники**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г.Локтионова

09 2015 г.

ДЕТАЛИ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ И РОБОТОВ

Методические указания по выполнению практической и
самостоятельной работы
для студентов направления подготовки
15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Курск 2015

УДК 681.323

Составитель: В.Я. Мищенко

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент Юго-Западного государственного университета Рукавицын А.Н.

Детали мехатронных модулей и роботов: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Я. Мищенко. Курск, 2015. 28 с.

Приведены задачи для самостоятельного решения по дисциплине «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование».

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 15.03.06 для всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 22.09.17. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 30 экз. Заказ ~~896~~ Бесплатно.

Юго - Западный государственный университет

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	7
ЗАДАНИЯ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ.....	25
ЛИТЕРАТУРА.....	28

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывный рост объема знаний используемых в современном обществе, бурный рост науки, техники и технологий требует подготовки нового поколения высококвалифицированных специалистов.

При этом различные сферы человеческой деятельности испытывают острую нехватку специалистов, которые кроме общекультурных, общетехнических и общенаучных знаний не только знают конкретные предметные области, но и умеют применить эти знания для решения многообразных теоретических и практических задач. То есть способных получать конкретные результаты в ходе выполнения возложенных на них задач.

Стремление подготовить специалистов к качественному выполнению их профессиональной деятельности привело к разработке образовательного процесса ориентированного на результат. Такой подход к образованию назван компетентностным подходом, в рамках которого в процессе обучения формируется компетентностная модель выпускника. Эта модель включает в себя квалификацию выпускника, которая связывает деятельность выпускника с предметами и объектами его труда.

При формировании компетенций необходимых выпускнику того или иного направления подготовки совместно с работодателями четко устанавливается что должен знать, уметь и чем должен владеть обучающийся. Триада знать, уметь, владеть определяет структуру той или иной компетенции. Различные направления и квалификации подготовки (бакалавр, специалист, магистр) имеют различные наборы и структуры компетенций, которые подразделяют на две группы общекультурные (универсальные, подпредметные) и профессиональные (предметно-специфические, предметно-специализированные). Общекультурные компетенции формируют образовательный уровень, слабо привязанный к объекту и предмету труда. Второй тип компетенций отражает профессиональную квалификацию и должен в достаточной мере удовлетворять потребностям той сферы человеческой деятельности, к которой готовятся обучающейся.

С точки зрения компетентностного подхода и учета профессиональной деятельности дисциплина «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» ориентирована на приобретение следующих компетенций:

ПК-11 - способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием.

ПК-12 - способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями.

В процессе изучения дисциплины обучающиеся должны **знать:**

-классификацию механизмов, узлов и деталей мехатронных модулей и роботов;

- основы их проектирования и стадии разработки;

- основные критерии работоспособности деталей механизмов и машин;

- основы теории и расчета деталей и узлов машин, их свойства и основы применения;

- основные преобразователи движения: реечный, зубчатый, волновой, планетарный, цевочный, винт-гайка;

- люфтовыбирающие механизмы, тормозные устройства;

- кинематическую точность механизмов, их надежность;

- основы автоматизации расчетов и конструирования деталей и узлов машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;

уметь: - конструировать механизмы, узлы и детали мехатронных модулей и роботов;

- производить расчеты передач на прочность;

- рассчитывать и выбирать подшипники скольжения и качения, а также различные муфты;

- читать чертежи и текстовую документацию с целью оценки характеристики оборудования;

- самостоятельно проектировать узлы мехатронных и робототехнических систем по заданным входным данным;

- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ГОСТов;

- пользоваться при подготовке расчетной и графической документации типовыми программами ЭВМ, а также самостоятельно составлять простейшие программы;

- разрабатывать технические задания на проекты машин и механизмов;

владеть: - навыками и методами конструирования новых мехатронных и робототехнических систем;

- приемами разработки конструкторской документации в виде чертежей деталей и сборочных единиц;

- приемами правильного и обоснованного выбора материалов для конструкций механизмов в соответствии с заданными требованиями;

- методами расчета мехатронных и робототехнических систем с применением современного вычислительного программного обеспечения.

Разработка современных мехатронных систем основана на модульных принципах и технологиях.

Мехатронный модуль – это функционально и конструктивно самостоятельное изделие для реализации движения с взаимопроникновением и синергетической аппаратной – программной интеграцией составляющих его элементов, имеющих различную физическую природу [4].

Одним из важнейших является модуль движения, включающий в себя механическую и энергетическую части. В отличие от промышленных

приводов в модуле движения вал двигателя используется в качестве одного из элементов механического преобразователя движения.

В качестве преобразователя движения используются зубчатые механизмы, передачи гибкой связью, винтовые передачи и т. д.

В мехатронных модулях используются различные типы соединений(разъемные, неразъемные).

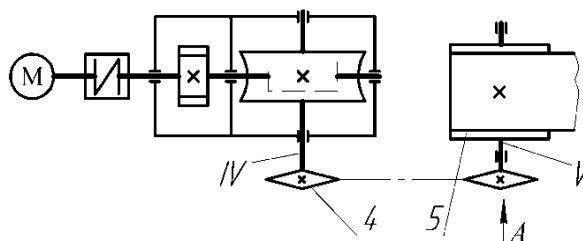
В методических указаниях приведены задачи для самостоятельного решения по основным разделам курса.

Методические указания могут быть использованы студентами при выполнении курсовых проектов по курсам «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование», «Проектирование мехатронных систем.

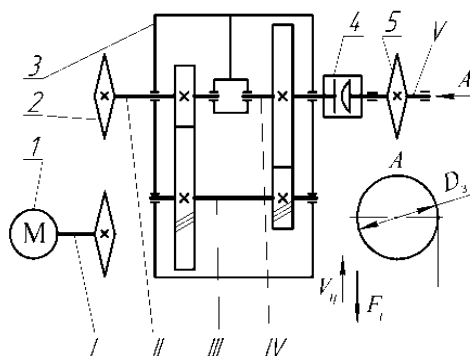
ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

ПЕРЕДАТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

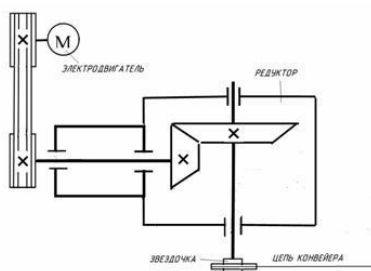
1. Определить мощность на выходном валу конвейера, если мощность электродвигателя 3 кВт, КПД цепной передачи 0,95, КПД редуктора 0,8, КПД муфты 0,92.



2. Определить мощность на выходном валу конвейера, если мощность электродвигателя 1.2 кВт, КПД цепной передачи 0,95, КПД редуктора 0,92, КПД муфты 0,92.

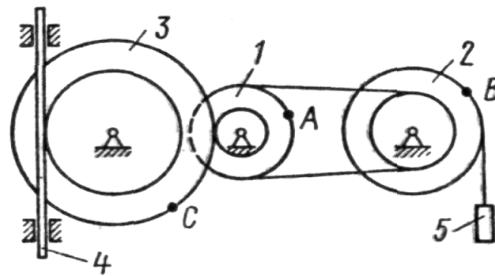


3. Вращающий момент на выходном валу $T_B = 350$ Нм; частота вращения на выходном валу $n_{\text{вых}} = 50$ об/мин. Определить необходимую мощность электродвигателя.

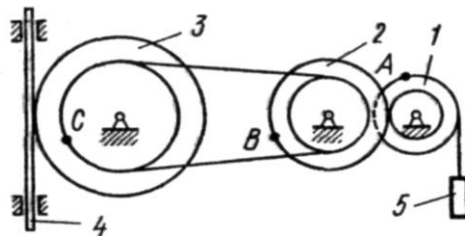


4. Как изменится вращающий момент при замене электродвигателя мощностью 1,5 кВт и числом оборотов 3000 мин⁻¹ на двигатель мощностью 2 кВт и частотой вращения 1000 мин⁻¹.

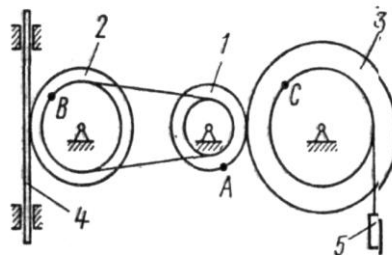
5. Механизм состоит из ступенчатых колес 1—3, находящихся в зацеплении или связанных ременной передачей, зубчатой рейки 4 и груза 5. Радиусы ступеней колес равны соответственно: у колеса 1 — $r_1 = 2$ см, $R_1 = 4$ см, у колеса 2 — $r_2 = 6$ см, $R_2 = 8$ см, у колеса 3 — $r_3 = 12$ см, $R_3 = 16$ см, $V_4 = 24$ см/с. Определить скорость точки С.



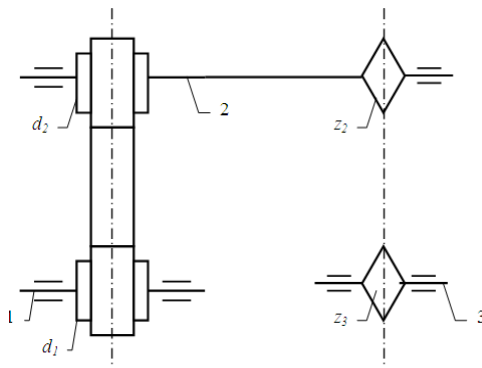
6. Механизм состоит из ступенчатых колес 1—3, ременной передачи, зубчатой рейки 4 и груза 5, привязанного к концу нити. Радиусы ступеней колес равны соответственно: у колеса 1 — $r_1 = 2$ см, $R_1 = 4$ см, у колеса 2 — $r_2 = 6$ см, $R_2 = 8$ см, у колеса 3 — $r_3 = 12$ см, $R_3 = 16$ см, $V_4 = 20$ см/с. Определить угловую скорость колеса 2.



7. Механизм состоит из ступенчатых колес 1—3, ременной передачи, зубчатой рейки 4 и груза 5, привязанного к концу нити. Радиусы ступеней колес равны соответственно: у колеса 1 — $r_1 = 2$ см, $R_1 = 4$ см, у колеса 2 — $r_2 = 6$ см, $R_2 = 8$ см, у колеса 3 — $r_3 = 12$ см, $R_3 = 16$ см, $V_4 = 20$ см/с. Определить скорость точки А.

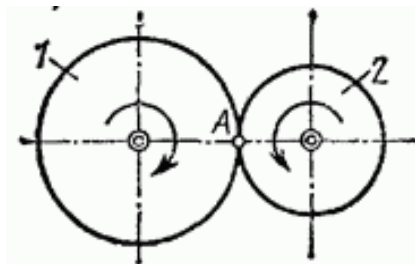


8. Определить частоту вращения вала 1, если диаметры шкивов равны соответственно (мм): $d_1 = 200$, $d_2 = 400$, число зубьев звездочек цепной передачи: $z_2 = 180$, $z_3 = 540$, а частота вращения звездочки 3 $n_3 = 200$ об/мин

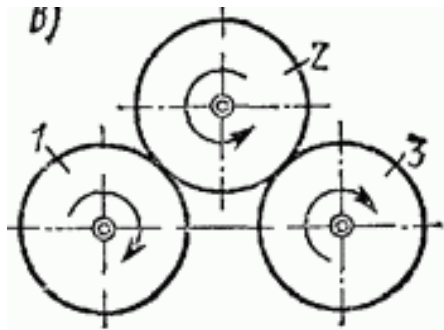


ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

1. Определить модуль зубчатой передачи, если известны числа зубьев шестерни и колеса соответственно: $z_1 = 60$; $z_2 = 100$, межосевое расстояние равно 160 мм.

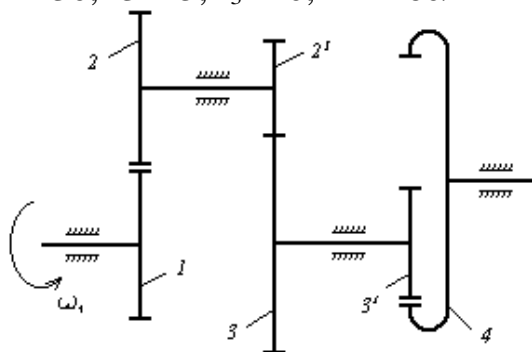


2. Угловая скорость колеса 1 Модуль колес $m = 2$ мм. Числа зубьев колес соответственно: $z_1 = 60$; $z_2 = 100$, $z_3 = 40$. Чему равна угловая скорость колеса 3.

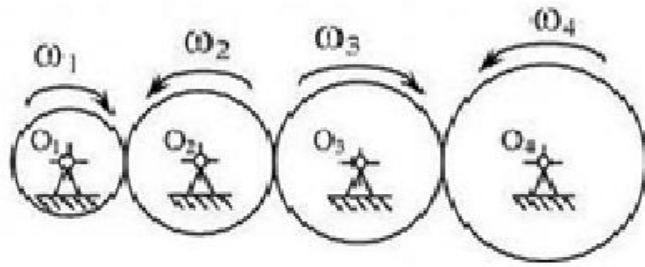


3. Определить угловую скорость звена 4, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала 1 $\omega_1 = 40$ рад/с.

$$Z_1 = 10, Z_2 = 20, Z_2' = 30, Z_3 = 15, Z_3' = 20, Z_4 = 60$$



4. Модуль колес $m = 2$ мм. Числа зубьев колес соответственно: $z_1 = 40$; $z_2 = 60$; $z_3 = 80$; $z_4 = 100$. Чему равно межосевое расстояние O_1O_4 (мм).



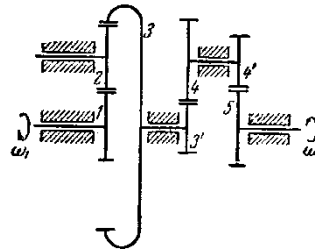
5. Модуль колес $m = 4$ мм. Числа зубьев шестерни и колеса соответственно: $z_1 = 40$; $z_2 = 100$. Чему равно межосевое расстояние передачи.



МНОГОЗВЕННЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

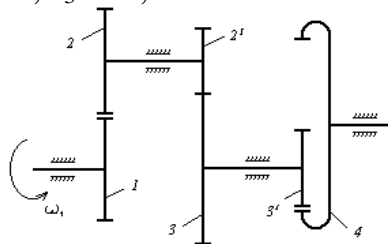
1. Определить угловую скорость звена 5, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала 1 $\omega_1 = 40$ рад/с.

$Z_1 = 10, Z_2 = 20, Z_3 = 30, Z_3' = 20, Z_4 = 15, Z_4' = 10, Z_5 = 40$



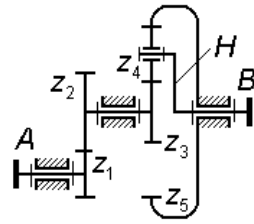
2. Определить угловую скорость звена 4, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала 1 $\omega_1 = 40$ рад/с.

$Z_1 = 10, Z_2 = 20, Z_2' = 30, Z_3 = 15, Z_3' = 20, Z_4 = 60$

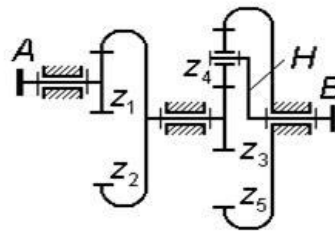


3. Определить угловую скорость звена H, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала электродвигателя $\omega_1 = 40$ рад/с.

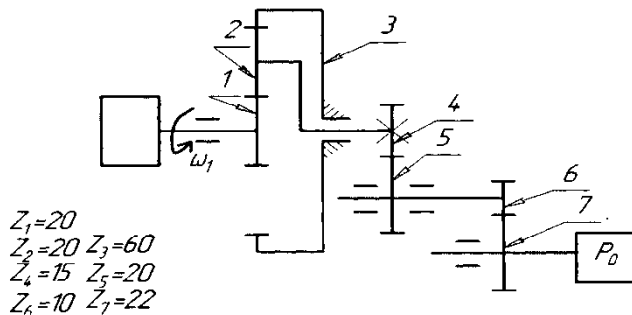
$Z_1 = 10, Z_2 = 20, Z_3 = 10, Z_4 = 15, Z_5 = 40$



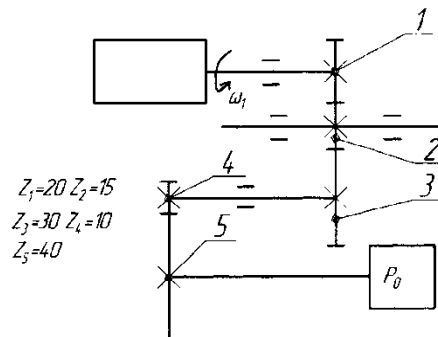
4. Определить угловую скорость звена H , если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала электродвигателя $\omega_1 = 40$ рад/с.
 $Z_1 = 10, Z_2 = 30, Z_3 = 20, Z_4 = 15, Z_5 = 70$.



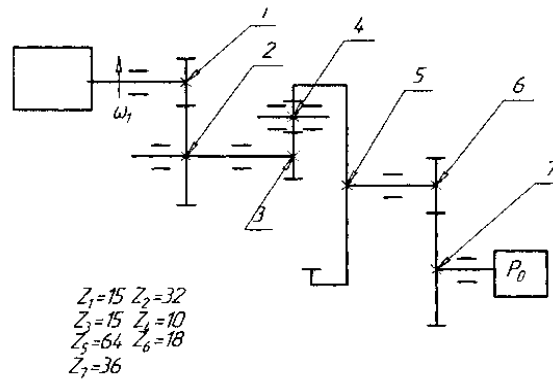
5. Определить угловую скорость рабочего органа, зная числа зубьев колес и частоту вращения вала электродвигателя 100 рад/с.



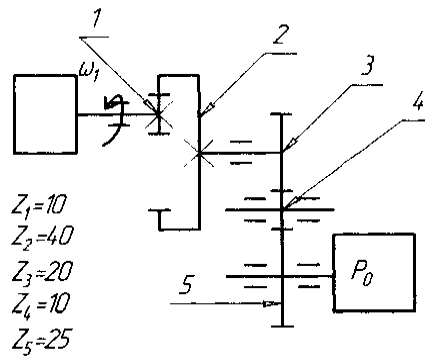
6. Определить угловую скорость рабочего органа, зная числа зубьев колес и частоту вращения вала электродвигателя 100 рад/с.



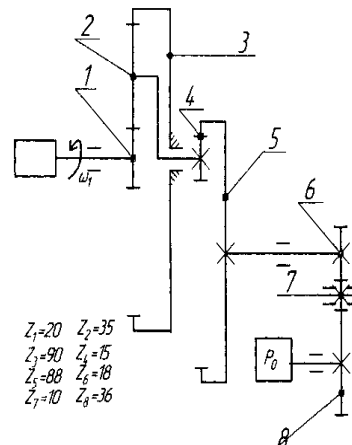
7. Определить угловую скорость рабочего органа, зная числа зубьев колес и частоту вращения вала электродвигателя 100 рад/с.



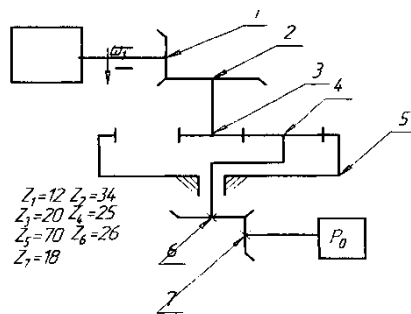
8. Определить угловую скорость рабочего органа, зная числа зубьев колес и частоту вращения вала электродвигателя 100 рад/с.



9. Определить угловую скорость рабочего органа (ω_0) мехатронного модуля вращательного движения, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала электродвигателя $\omega_1 = 20$ рад/с



10. Определить угловую скорость рабочего органа (ω_0) мехатронного модуля вращательного движения, если известны числа зубьев колес и угловая скорость вала электродвигателя $\omega_1 = 120$ рад/с.



11. Выполнить энергетический расчет трехступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 150$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 1000$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 54$, $Z_5 = 16$, $Z_6 = 68$.

12. Выполнить энергетический расчет двухступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 200$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 800$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 40$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 69$.

13. Выполнить энергетический расчет четырехступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 50$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 10000$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 54$, $Z_5 = 16$, $Z_6 = 68$, $Z_7 = 20$, $Z_8 = 80$.

14. Выполнить энергетический расчет трехступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 80$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 2000$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 10$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 58$, $Z_5 = 16$, $Z_6 = 68$.

15. Выполнить энергетический расчет трехступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 30$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 5000$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 54$, $Z_5 = 24$, $Z_6 = 78$.

16. Выполнить энергетический расчет двухступенчатого редуктора.

Исходные данные: мощность на ведущем валу $P_1 = 1000$ Вт, частота вращения ведущего вала $n_1 = 3000$ об/мин, числа зубьев колес: $Z_1 = 20$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 36$.

17. У цилиндрического соосного зубчатого редуктора первая ступень – прямозубая с внешним зацеплением, а вторая – с внутренним, межосевое расстояние которых $a_w = 160$ мм. Общее передаточное число редуктора $u_p = 20$, а тихоходной ступени – $u_T = 5$. Определить передаточное число быстроходной ступени и числа зубьев колес, приняв модуль зацепления $m = 2,5$ мм.

18. Определить силы, действующие в зацеплении цилиндрической прямозубой передачи при $T_1 = 600 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $m = 5 \text{ мм}$; $z_1 = 25$; $z_2 = 75$.
Построить схему сил.

РАСЧЕТ ВАЛОВ

1. Вал нагружен крутящим моментом $T = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$, допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 30 \text{ МПа}$. Определить минимальный диаметр вала из расчета на прочность.

2. Вал нагружен крутящим моментом $T = 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$, допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 15 \text{ МПа}$. Определить минимальный диаметр вала из расчета на прочность

3. Вал нагружен крутящим моментом $T = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 25 \text{ МПа}$. Определить минимальный диаметр вала из расчета на прочность.

4. Вал нагружен крутящим моментом $T = 5 \text{ Н}\cdot\text{м}$, допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 15 \text{ МПа}$. Определить минимальный диаметр вала из расчета на прочность.

5. Вал нагружен крутящим моментом $T = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$, допускаемое касательное напряжение $[\tau] = 15 \text{ МПа}$. Определить минимальный диаметр вала из расчета на прочность.

6. Выполнить предварительный расчет валов редуктора. В качестве материала выбрана сталь 30, допускаемое напряжение на кручение $[\tau] = 30 \text{ МПа}$, мощность на ведущем звене $P_1 = 60 \text{ Вт}$, частота вращения ведущего звена $n = 960 \text{ об/мин}$, передаточное отношение ступеней $u_{12} = 4,2$, $u_{34} = 3,2$, $u_{56} = 2,9$.

7. Выполнить предварительный расчет валов редуктора. В качестве материала выбрана сталь 30, допускаемое напряжение на кручение $[\tau] = 30 \text{ МПа}$, мощность на ведущем звене $P_1 = 100 \text{ Вт}$, частота вращения ведущего звена $n = 1600 \text{ об/мин}$, передаточное отношение ступеней $u_{12} = 5,2$, $u_{34} = 2,2$, $u_{56} = 2,0$.

8. Выполнить предварительный расчет валов редуктора. В качестве материала выбрана сталь 45, допускаемое напряжение на кручение $[\tau] = 35 \text{ МПа}$, мощность на ведущем звене $P_1 = 1000 \text{ Вт}$, частота вращения ведущего звена $n = 960 \text{ об/мин}$, передаточное отношение ступеней $u_{12} = 5,2$, $u_{34} = 3,6$.

9. Выполнить предварительный расчет валов редуктора. В качестве материала выбрана сталь 40, допускаемое напряжение на кручение $[\tau] = 30 \text{ МПа}$,

мощность на ведущем звене $P_1 = 20$ Вт, частота вращения ведущего звена $n = 1500$ об/мин, передаточное отношение ступеней $u_{12} = 4,9$, $u_{34} = 3,2$.

10. Выполнить предварительный расчет валов редуктора. В качестве материала выбрана сталь 30, допускаемое напряжение на кручение $[\tau] = 30$ МПа, мощность на ведущем звене $P_1 = 400$ Вт, частота вращения ведущего звена $n = 2000$ об/мин, передаточное отношение ступеней $u_{12} = 4,6$, $u_{34} = 4,2$.

11. Проверить статическую прочность вала с насаженным на него зубчатым колесом, рассчитав приведенный запас прочности. Исходные данные: материал вала – сталь 45, механические характеристики которой $\sigma_A = 500$ МПа, $\sigma_D = 380$ МПа, $\tau_D = 220$ МПа, крутящий момент $T = 1,5$ Нм, число зубьев $Z = 28$, модуль зацепления $m = 1,5$ мм.

12. Проверить статическую прочность вала с насаженным на него зубчатым колесом, рассчитав приведенный запас прочности. Исходные данные: материал вала – сталь 30, механические характеристики которой $\sigma_A = 450$ МПа, $\sigma_D = 280$ МПа, $\tau_D = 20$ МПа, крутящий момент $T = 0,5$ Нм, число зубьев $Z = 24$, модуль зацепления $m = 0,5$ мм.

13. Проверить статическую прочность вала с насаженным на него зубчатым колесом, рассчитав приведенный запас прочности. Исходные данные: материал вала – сталь 45 улучшенная, механические характеристики которой $\sigma_A = 750$ МПа, $\sigma_D = 450$ МПа, $\tau_D = 300$ МПа, крутящий момент $T = 2,5$ Нм, число зубьев $Z = 18$, модуль зацепления $m = 2,0$ мм.

ОПОРЫ ВАЛОВ И ОСЕЙ

1. Определить длину вкладыша подшипника скольжения, изготовленного из капрона, если диаметр вала 10 мм, радиальная нагрузка 300 Н, допускаемое удельное давление $[p] = 15$ МПа.

2. Определить длину вкладыша подшипника скольжения, изготовленного из капрона, если диаметр вала 8 мм, радиальная нагрузка 100 Н, допускаемое удельное давление $[p] = 15$ МПа.

3. Определить длину вкладыша подшипника скольжения, изготовленного из бронзы Бр А9ЖЗЛ, если диаметр вала 20 мм, радиальная нагрузка 200 Н, допускаемое удельное давление $[p] = 15$ МПа.

4. Определить длину вкладыша подшипника скольжения, изготовленного из бронзы Бр ОФ10-1, если диаметр вала 10 мм, радиальная нагрузка 150 Н, допускаемое удельное давление $[p] = 15$ МПа.

5. Определить долговечность (в часах) подшипника 205 редуктора, имеющего радиальную нагрузку 3000Н при вращении внутреннего кольца ($V=1$) с частотой 1500 об/мин.

6. Подшипник нагружен радиальной силой $F_r = 1000$ Н и осевой $F_a = 100$ Н. Вал делает 1000 об/мин. Диаметр вала под подшипник 40 мм. Долговечность 5000 час. Опора работает при спокойной нагрузке. Выбрать тип подшипника и установить его номер.

7. Подшипник нагружен радиальной силой $F_r = 1000$ Н и осевой $F_a = 100$ Н. Вал делает 1000 об/мин. Диаметр вала под подшипник 40 мм. Долговечность 5000 час. Опора работает при спокойной нагрузке. Выбрать тип подшипника и установить его номер.

8. Подшипник нагружен радиальной силой $F_r = 500$ Н и осевой $F_a = 10$ Н. Вал делает 1500 об/мин. Диаметр вала под подшипник 20 мм. Долговечность 5000 час. Опора работает при спокойной нагрузке. Выбрать тип подшипника и установить его номер.

9. Подшипник нагружен радиальной силой $F_r = 1000$ Н и осевой $F_a = 0$ Н. Вал делает 3000 об/мин. Диаметр вала под подшипник 30 мм. Долговечность 5000 час. Опора работает при спокойной нагрузке. Выбрать тип подшипника и установить его номер.

Подшипник нагружен радиальной силой $F_r = 1500$ Н и осевой $F_a = 0$ Н. Вал делает 3000 об/мин. Диаметр вала под подшипник 40 мм. Долговечность 10000 час. Опора работает при легких толчках и вибрациях. Выбрать тип подшипника и установить его номер.

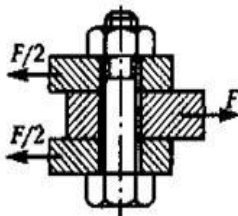
РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Определить силу, которую необходимо приложить к ключу длиной $L = 300$ мм при завинчивании болта, до получения в теле болта напряжений, равных пределу текучести (т. е. когда срежется головка болта при его завинчивании). Предел текучести материала болта по напряжениям среза – 150 МПа. Диаметр болта – 16 мм.

2. Определить силу, которую необходимо приложить к ключу длиной $L = 250$ мм при завинчивании болта, до получения в теле болта напряжений, равных пределу текучести (т. е. когда срежется головка болта при его завинчивании). Предел текучести материала болта по напряжениям среза – 150 МПа. Диаметр болта – 12 мм.

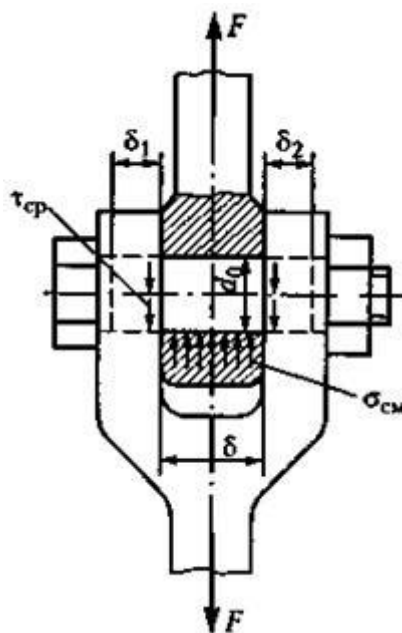
3. Определить силу, которую необходимо приложить к ключу длиной $L=200\text{ мм}$ при завинчивании болта, до получения в теле болта напряжений, равных пределу текучести (т. е. когда срежется головка болта при его завинчивании). Предел текучести материала болта по напряжениям среза – 100 МПа . Диаметр болта – 8 мм .

4. Определить диаметр болта, установленного в отверстие с зазором и нагруженного силой F .



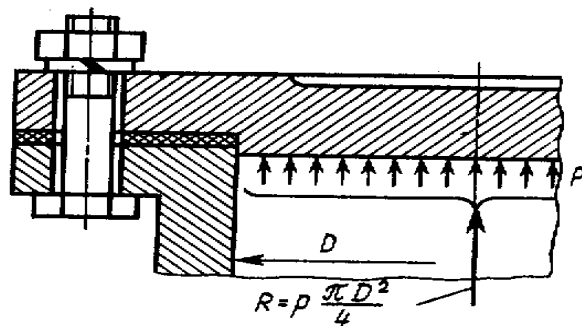
Варианты	1	2	3	4
Сила F , кН	10	30	40	50
Материал болта	сталь 30	сталь 45	сталь 20	сталь 45
Предел текучести материала болта, σ_T , МПа	280	320	240	320

5. Определить диаметр болта, установленного в отверстие без зазора и нагруженного силой $F_T=5\text{ кН}$, материал болта – сталь 20. $\sigma_T = 240\text{ МПа}$.

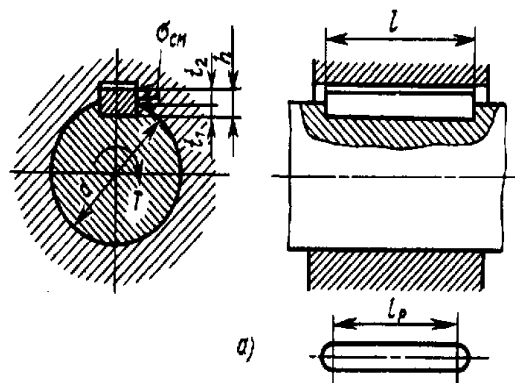


6. Определить диаметры болтов для крепления круглой крышки резервуара. Исходные данные: Диаметр резервуара D , давление газа p , материал болтов, количество болтов Z . Исходные данные приведены в таблице.

Варианты	1	2	3	4
Диаметр резервуара D, м	1,2	2,0	2,4	1,6
Давление газа p, МПа	1,5	1,2	1,8	1,0
материал болтов	сталь 20	сталь 30	сталь 45	сталь 20
Предел текучести материала болта, σ_T , МПа	240	280	320	240
Количество болтов Z	24	36	40	20



7. Подобрать призматическую шпонку, материал шпонки - сталь 45. $[\sigma_{\text{ш}}] = 240$ МПа. Данные для расчета приведены в таблице.



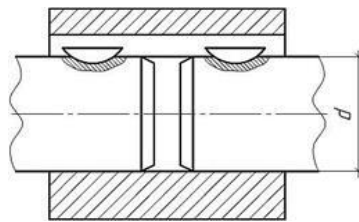
Вариант	1	2	3	4	5
Диаметр вала, мм	40	50	25	35	60
Крутящий момент, Нм	2,2	0,8	3,4	5,0	0,4

12. Определить из условий на срез диаметр штифта, изготовленного из стали 45. Усилие, действующее на штифт $F = 150 \text{ Н}$, допускаемое напряжение при срезе $[\tau_c] = 150 \text{ МПа}$.

13. Определить из условий на срез диаметр штифта, изготовленного из стали 45. Усилие, действующее на штифт $F = 50 \text{ Н}$, допускаемое напряжение при срезе $[\tau_c] = 120 \text{ МПа}$.

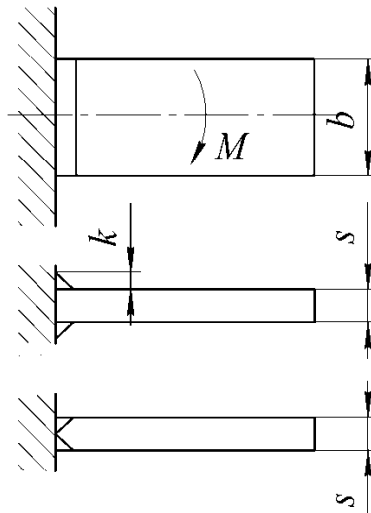
14. Цилиндрическая шестерня закреплена на валу при помощи цилиндрического штифта. Проверить штифт на срез, если момент, передаваемый шестерней $T = 60 \text{ Нм}$. Материал штифта – сталь Ст 6. Диаметр штифта 15 мм.

15. Втулочная муфта, соединяющая два вала, установлена на сегментных шпонках. Подобрать шпонки и определить наибольшую длину втулки. Материал вала и шпонки Сталь 45. Передаваемая мощность 2 кВт, частота вращения 200 об/мин, диаметр вала 25 мм.

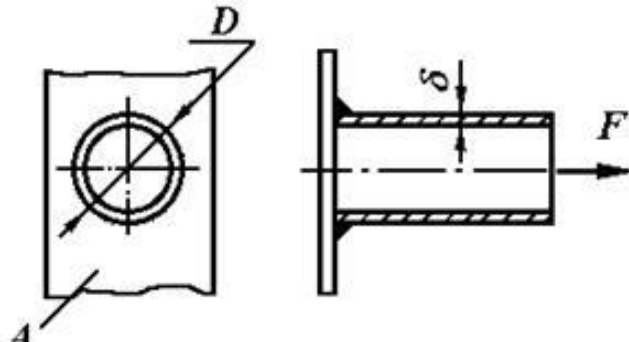


НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Определить нагрузочную способность (момент M) сварных тавровых соединений, выполненных угловыми швами (a) и стыковым швом (b), при следующих исходных данных: $b = 200 \text{ мм}$; $s = 20 \text{ мм}$ и $k = 10 \text{ мм}$; допускаемые напряжения сварных швов: нормальное $[\sigma'_p] = 180 \text{ МПа}$ и касательное среза $[\tau'_{cp}] = 110 \text{ МПа}$.

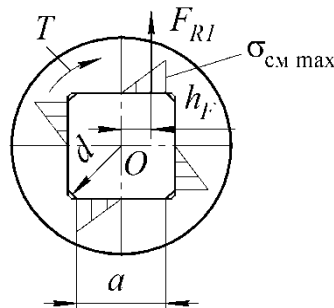


2. Проверить прочность сварного соединения крепления трубы к неподвижной плите путем обварки по контуру сварным швом с катетом k , если наружный диаметр трубы $D = 50$ мм, толщина стенки $\delta = 5$ мм.. Усилие $F = 50$ кН. Материал трубы - сталь Ст 3. Сварка автоматическая электродами Э50А.

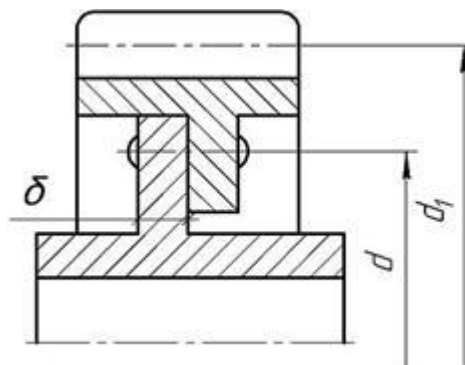


3. Определить момент, передаваемый профильным соединением при следующих исходных данных:

- число граней $z = 4$;
- диаметр вала $d = 45$ мм;
- длина грани $l = 45$ мм;
- материал вала сталь 45, $\sigma_T = 360$ МПа.

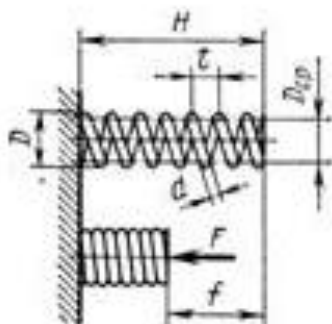


4. Венец зубчатого колеса крепится к ступице заклепочным швом. Определить диаметр и число заклепок. Материал колеса Сталь 45. Материал заклепок сталь Ст.3. Отверстия сверленные. Крутящий момент, передаваемый колесом, $M = 400$ Нм, $d = 150$ мм, $d_1 = 200$ мм, $\delta = 5$ мм.



УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

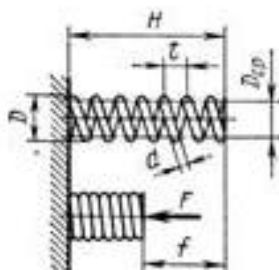
1. Определить диаметр цилиндрической пружины сжатия, изготовленной из проволоки и показанной на рисунке. Численные данные приведены в таблице.



Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4
Диаметр проволоки, мм	5	5	10	10
Индекс пружины	10	6	5	8
Материал проволоки	60С2А	60С2Ф	65Г	65Г
Допускаемые напряжения τ , МПа	480	480	400	400

2 Определить диаметр цилиндрической пружины растяжения, изготовленной из проволоки и показанной на рисунке. Численные данные приведены в таблице.



Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4
Диаметр проволоки,	5	4	10	5

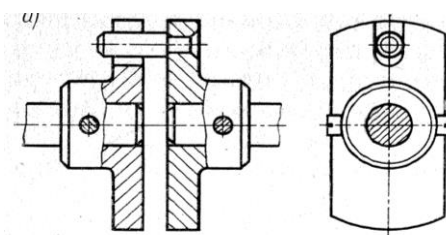
мм				
Индекс пружины	10	7	5	8
Материал проволоки	60С2А	60С2Ф	65Г	65Г
Допускаемые напряжения τ , МПа	480	480	400	400

МУФТЫ

1. Определить диаметр пальца поводковой муфты, показанной на рисунке. Исходные данные приведены в таблице.

Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4
Крутящий момент, Нм	2,5	3,0	10,5	20
Диаметр вала, мм	20	30	18	40
Материал пальцев	Сталь 45	Сталь 30	Сталь 55	Сталь 45
Допускаемые напряжения на изгиб $[\sigma]$, МПа	400	240	300	400

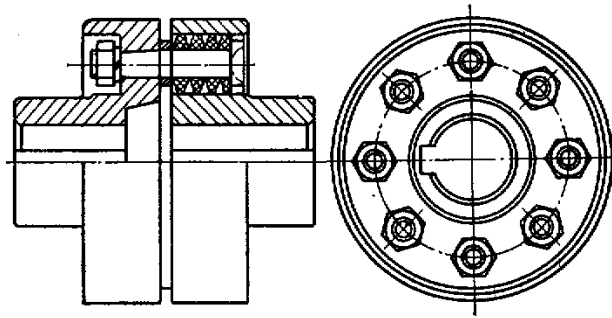


2. Подобрать муфту МУВП по условиям работы и проверить пальцы на прочность. Численные значения приведены в таблице.

Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4
Крутящий момент, Нм	12	10	25	5
Диаметр вала, мм	30	40	25	50
Материал пальцев	Сталь 45	Сталь 30	Сталь 45	Сталь 40

Допускаемые напряжения на изгиб [σ], МПа	400	240	400	480
---	-----	-----	-----	-----



ЗАДАНИЯ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

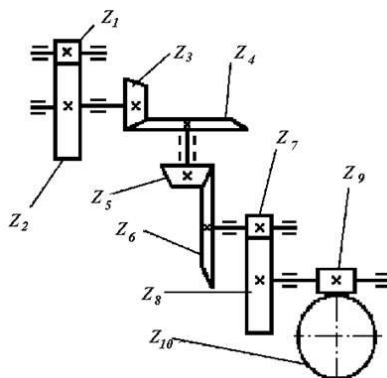
Для заданной схемы передаточного механизма определить:

- передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности;
- угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;
- общий коэффициент полезного действия передачи.

Для расчетов принять следующие значения к.п.д.: для пары цилиндрических колес $\eta_u = 0,97$; для пары конических колес $\eta_k = 0,95$; для червячной передачи при одно-, двух-, четырехзаходном червяке – соответственно $\eta_u = 0,7; 0,75; 0,8$; для пары подшипников качения $\eta_n = 0,99$.

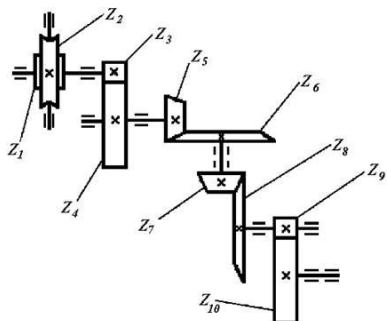
Заданы: числа зубьев зубчатых и червячных колес, числа заходов червяков входная мощность P и угловая скорость входного вала ω_1 .

Задача 1.



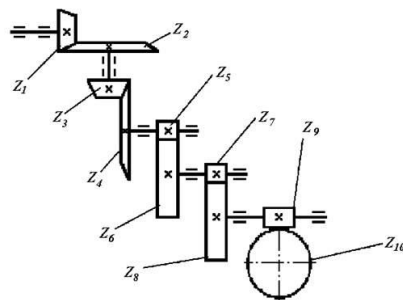
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	20	40	22	66	21	42	20	60	1	28	100	1,0
2	18	72	20	80	22	55	24	60	2	58	350	2,0
3	24	36	30	90	21	55	20	40	4	90	50	1,5

Задача 2.



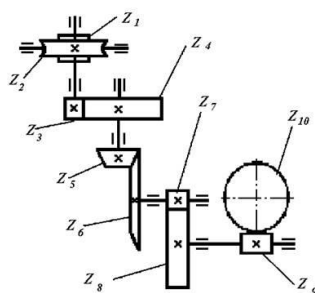
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	1	28	20	60	20	42	22	60	25	100	200	5,0
2	2	32	22	66	25	75	20	60	15	60	150	5,5
3	4	76	20	40	20	52	22	44	20	50	100	4,8

Задача 3



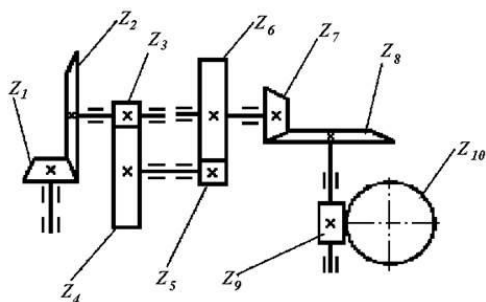
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	20	40	22	66	21	42	20	60	1	28	100	1,0
2	18	72	20	80	22	55	24	60	2	58	350	2,0
3	20	60	25	55	18	36	18	72	4	90	200	0,8

Задача 4.



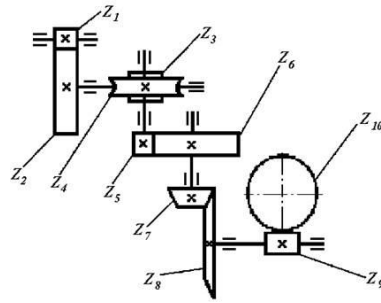
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	1	28	20	80	21	21	22	66	1	22	380	10,0
2	2	72	18	54	22	55	20	60	2	30	320	8,5
3	4	90	20	50	20	20	36	88	1	30	200	5,5

Задача 5.



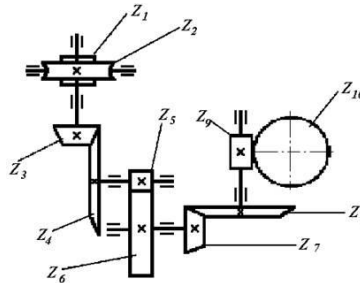
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	25	100	22	60	18	42	15	60	1	28	200	2,0
2	15	60	20	60	25	75	20	60	2	72	150	2,5
3	20	40	18	36	24	48	24	36	4	98	100	1,8

Задача 6.



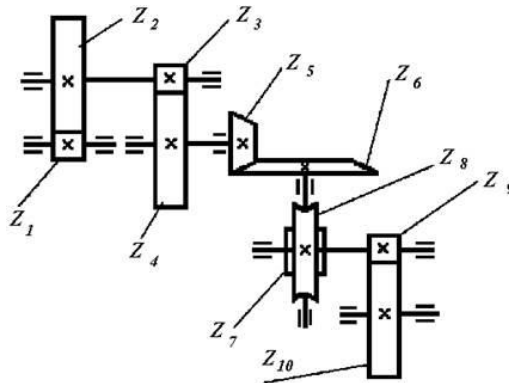
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	20	60	2	32	22	22	20	70	4	48	260	1,0
2	17	51	1	30	22	88	20	20	2	20	240	2,0
3	24	42	4	96	20	40	32	64	1	32	150	1,5

Задача 7.



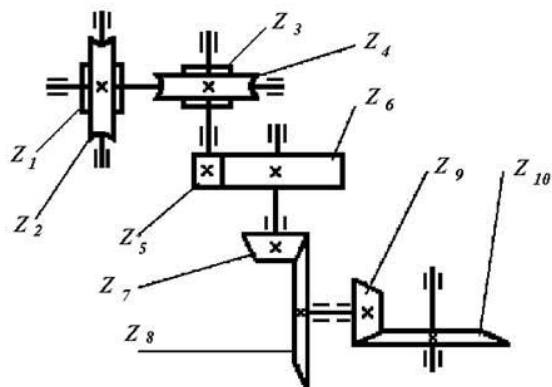
Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	2	44	20	60	22	22	25	25	1	22	340	4,8
2	4	78	22	66	25	75	15	30	2	75	420	3,2
3	1	34	20	44	18	36	24	64	4	110	200	2,5

Задача 8



Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	ω_1, c^{-1}	$P, кВт$
1	17	34	25	57	18	36	1	28	22	66	200	6,0
2	18	72	18	54	22	55	2	72	20	60	100	4,5
3	20	48	22	44	24	50	4	108	20	40	75	3,6

Задача 9.



Вариант	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	$\omega_1, \text{с}^{-1}$	$P, \text{кВт}$
1	4	100	2	60	21	42	25	100	28	28	200	1,2
2	2	60	1	34	20	50	15	60	18	72	150	2,0
3	1	30	2	48	25	50	20	72	24	40	100	0,8

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: Учебник для студентов высш. техн. учеб. заведений. – М.: Абрис., 2013. -407 с.
2. Курсовое проектирование деталей машин на базе графических систем [Текст] : учебное пособие / под общ. ред. проф. П. Н. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 428 с.
3. Красковский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем: Учеб. пособие / под ред. Ю.А. Дружинина. – М.: Высш.шк., 1991. – 480 с.
4. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ. 2000. 472 с.
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. Вузов. – М.: Высш. шк., 1998. -447 с.
6. Детали машин и основы конструирования [Текст] : методические указания к выполнению расчетно-графических работ / сост.: П. Н. Учаев, Е. В. Павлов. - Курск : КГТУ, 2007. - 64 с.