





**1 Цели освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Теория машин и механизмов» является успешное владение обучающимися общими методами исследования и проектирования механизмов и машин, а также научить обучающихся системному подходу к проектированию машин и механизмов, нахождению оптимальных параметров механизмов по заданным условиям работы.

**2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки**

**специалиста**

Дисциплина Б1.Б.16 «Теория машин и механизмов» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, владения, сформированные в результате изучения дисциплин Б1.Б.09 «Математика», Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.14 «Теоретическая механика».

Дисциплина Б1.Б.16 «Теория машин и механизмов» является дисциплиной, входящей в профессиональный цикл ОП по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение и профилю Оборудование и технология сварочного производства.

Дисциплина «Теория машин и механизмов» должна давать теоретическую и практическую подготовку в ряде областей, связанных с проектированием и эксплуатацией сварочного оборудования предприятий.

Знания и умения, полученные обучающимися при изучении дисциплины «Теория машин и механизмов» будут необходимы при изучении дисциплины Б.1.В.13 «Детали машин» и выполнении выпускной квалификационной работы.

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения   
дисциплины и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины «Теория машин и механизмов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
| --- | --- |
| ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | | |
| знать | * основные принципы, положения и гипотезы прикладной механики * основы расчётов на прочность, характеристики и другие свойства конструкционных материалов * законы механики, основы теории механизмов и деталей машин; основы конструирования механизмов и деталей приборов, взаимозаменяемость деталей. | |
| уметь | * грамотно составлять расчетные схемы * определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения * проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности. | |
| владеть | * определять с помощью экспериментальных методов механические характеристики материалов * навыками рационального проектирования механизмов и машин при деформациях растяжения-сжатия, изгиба, кручения, с учетом жесткости и устойчивости рассматриваемых систем * методами решения проектно-конструкторских и технологических задач с использованием современных программных продуктов навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений | |
| ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании | | |
| знать | проблемы создания различных типов промышленного оборудования, принципы работы, технические характеристики | |
| уметь | применять на практике методы и методики расчёта на прочность, жесткость деталей механизмов и машин | |
| владеть | методами расчёта по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием | |

**4 Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часа, в том числе:

– контактная работа – 12,9 акад. часов;

– аудиторная работа – 10 акад. часов;

– внеаудиторная работа – 2,9 акад. час;

– самостоятельная работа – 122, 4 акад. часа;

– контроль (подготовка к экзамену) – 8,7 акад. часа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема  дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный  элемент компетенции |
| лекции | лаб. раб. | практич.  занятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. 1. Введение в курс. 2. Основные задачи курса. Связь с другими дисциплинами | 3 | 0,5 |  | 1 | 5 | Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения | Теоретический опрос | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| 2. Структурный и кинематический анализ механизмов | 3 | 1 |  | 1/1 | 20 | Усвоение материала в режиме самоконтроля. Выполнение контрольной работы. Раздел 1. «Структурный и кинематический анализ механизмов» | Защита контрольной работы | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| 3. Динамический анализ механизмов | 3 | 1 |  | 1/1 | 35 | Усвоение материала в режиме самоконтроля. Выполнение контрольной работы. Раздел 2. «Силовой расчёт механизмов» | Защита контрольной работы | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| 4. Кинематика механизмов передач. Механические передачи трением и зацеплением | 3 | 0,5 |  | 1/1 | 25 | Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения. Выполнение контрольной работы. | Теоретический опрос | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5.Проектирование зубчатых передач | 3 | 0,5 |  | 1/1 | 22,4 | Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения. Выполнение контрольной работы. Раздел 3. «Проектирование цилиндрической зубчатой передачи» | Теоретический опрос  Защита контрольной работы | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| 6. Проектирование кулачковых механизмов | 3 | 0,5 |  | 1 | 15 | Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и  обучения. Выполнение контрольной работы. Раздел 4. «Проектирование кулачкового механизма» | Теоретический опрос  Защита контрольной работы | ПК-5-зув  ОПК-5-зув |
| **Итого по дисциплине** |  | **4** |  | **6/4** | **122,4** |  | **Итоговый контроль - экзамен** | **ПК-5-зув**  **ОПК-5-зув** |

**5 Образовательные и информационные технологии**

1. Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория машин и механизмов» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.
2. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория машин и механизмов» происходит с использованием мультимедийного оборудования. Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.
3. Часть практических занятий ведутся в интерактивной форме: учебная дискуссия, эвристическая беседа, обучение на основе опыта*.*
4. Самостоятельная работа стимулирует обучающихся в процессе подготовки домашних заданий (РГР), при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

Для достижения поставленных задач применяются **методы** аудиторной работы – лекционное изложение материала по назначению, особенностям использования и интерфейсу программ, по приемам работы в данных программах (с применением проектора), а также проектные работы обучающихся непосредственно на компьютерной технике в рамках лабораторных работ. Для лучшего закрепления материала обучающиеся получают задания, которые выполняются на протяжении всех лабораторных работ в отрезки времени, отведенные для закрепления материала и получения навыков работы. Такие задания сдаются обучающимися преподавателю в конце изучения данной дисциплины.

**Способы**, применяемые для достижения цели:

– однотипное структурирование лекционного материала, лабораторных работ и самостоятельных работ;

– последовательное проведение лабораторных работ вслед за лекциями, посвященных программам ЭВМ по данным работам.

**Передовые технологии**, применяемые для достижения цели:

– проектный подход (группа обучающихся разбивается на пары, которым выдается комплексное задание);

– на лекциях используется компьютер с проектором для отображения программ ЭВМ и приемов работы с ними.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Теория машин и механизмов» предусмотрено выполнение расчётно-графических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

***Примерные контрольные работы***

*Раздел №1 Структурный, кинематический анализ механизмов*

1. Построение кинематической схемы механизма в требуемом положении (для заданной угловой координаты ϕ1).
2. Построение плана скоростей. Определение скоростей центров масс звеньев и угловых скоростей звеньев.
3. Построение плана ускорений. Определение ускорений центров масс и угловых ускорений звеньев.

*Раздел №2 Силовой расчёт механизма*

1. Определение величин и направлений сил, действующих на звенья механизма (сил тяжести, инерции, полезного сопротивления и момента сил инерции).
2. Разложение механизма на статически определимые группы звеньев (группы Ассура).
3. Составление алгебраических уравнений суммы моментов сил и векторных уравнений суммы сил для каждой структурной группы Ассура и ведущего звена. Решение уравнений графическим способом.
4. Определение уравновешивающей силы методом Н.Е. Жуковс­кого.

*Раздел №3 «Проектирование цилиндрической зубчатой передачи»*

1. Выбор коэффициентов смещения Х1 и Х2 исходного контура по таблице или с помощью блокирующих контуров (ГОСТ 16532-70).
2. Расчет основных геометрических параметров зубчатых колес, используя микрокалькулятор или программу вычислений на компьютере.
3. Расчет геометрических показателей для проверки качества зацепления.
4. Построение схемы зацепления зубчатых колес, на которой показать основные параметры.
5. Составление таблицы основных параметров зубчатой передачи.

*Раздел 4. «Проектирование кулачкового механизма»*

1. Построение графиков ускорений, скоростей и перемещений ведомого звена (толкателя) в зависимости от угла поворота кулачка.
2. Определение основных размеров кулачкового механизма (минимального радиуса кулачка) графическим способом.

3. Построение центрового и действительного профилей кулачка.

**ЗАДАНИЕ № 1 к контрольной работе**

Проектирование и исследование механизмов двухударного холодновысадочного автомата

Двухударный холодновысадочный автомат, схема механизмов которого приведена на рис. 1, а, предназначен для изготовления из калиброванного прутка заготовок болтов, винтов и других изделий со сложной формой головки. На автомате все операции: подача прутка, отрезка, перемещение заготовки и выталкивание готового изделия из матрицы – полностью автоматизированы.

От вала электродвигателя 8 (рис. 1, б) через ременную передачу 9-9/ вращение передается коленчатому валу 10 (ось АА) и далее через зубчатую передачу 11-12 распределительному валу 13. Основная масса сосредоточена на шкиве 9. Коэффициент неравномерности вращения δ=1/15. Мощность электродвигателя 20 кВт.

Кривошипно-ползунный механизм высадки (рис. 1, б), состоящий из кривошипа 1, шатуна 2 и высадочного ползуна 3 (Нс – ход ползуна), приводится в движение от коленчатого вала 10. Высадка головки изделия осуществляется поочередно двумя пуансонами, закрепленными в пуансонодержателе ползуна 3, за два оборота кривошипа 1. При обеих высадках ползун 3 перемещается на расстояние hb (при этом кривошип повернется на угол φb). График усилий (Р3, Sc) первой и второй высадки представлен на рис. 1, в.

Все остальные механизмы автомата получают движение от распределительного вала 13 (ось DD). Ползун 6 механизма отрезки прутка приводится в движение через шатун 5 от кривошипа 4. На ползуне 6 (НF – ход ползуна) выполнен кривошипный паз, в который вставлен ролик ножевого штока (на рис. 1 не показан). При перемещении ползуна 6 на расстояние hp, что соответствует повороту кривошипа 4 на угол φb, нож отрезает заготовку. График усилий отрезки (Р6, SF) приведен на рис. 1, в.

После высадки происходит выталкивание готового изделия из матрицы. Механизм выталкивания состоит из кулачка 14, закрепленного на распределительном валу 13, и роликового толкателя 15, который перемещает выталкиватель изделий. График изменения ускорения толкателя 15 (а15φ14) задается (рис. 1, г). Исходные данные к расчету представлены в табл. 1.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рис. 1. Двухударный холодновысадочный автомат |

Исходные данные

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначения | Единицы  измерения | Числовые значения для вариантов | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1.Угол поворота кривошипа 1 на время первой и второй высадки | ФВ | град | 60 | 60 | 55 | 55 | 50 | 50 | 60 | 55 | 50 | 60 |
| 2. Ход ползуна 3 при высадке | hв | м | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 3. Отношение длины шатуна 2 к длине кривошипа 1 | Λ1 | - | 6,6 | 7 | 7 | 6,5 | 7,2 | 7 | 6,5 | 7,2 | 7 | 6,7 |
| 4. Начальное усилие высадки | Р3нач | кН | 70 | 75 | 85 | 70 | 75 | 65 | 80 | 75 | 70 | 65 |
| 5. Максимальное усилие высадки | P3max | кН | 650 | 650 | 750 | 600 | 700 | 550 | 600 | 700 | 650 | 750 |
| 6. Частота вращения кривошипа | n | об/мин | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 80 | 75 | 70 | 85 |
| 7. Масса коленчатого вала 10 | m10 | кг | 520 | 530 | 540 | 550 | 560 | 500 | 510 | 560 | 520 | 550 |
| 8. Масса шатуна 2 | m2 | кг | 75 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 70 | 65 | 73 | 75 |
| 9. Масса ползуна 3 | m3 | кг | 325 | 300 | 310 | 315 | 320 | 300 | 305 | 310 | 315 | 320 |
| 10. Момент инерции шатуна 2 | IS2 | кг м2 | 3,0 | 4,5 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 7,5 | 3,5 | 4,0 | 5,5 | 6,0 |
| 11. Угол поворота кривошипа 4 за время отрезки заготовки | Фр | град | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 25 |
| 12. Ход ползуна 6 за время отрезки заготовки | hр | м | 0,026 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,036 | 0,030 | 0,032 | 0,028 | 0,027 | 0,034 |
| 13. Отношение длины шатуна 5 к длине кривошипа 4 | Λ2 | - | 3,6 | 3,8 | 3,8 | 3,7 | 4,0 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 |
| 14. Максимальное усилие, действующее на ползун 6 | Р6 | кН | 55 | 52 | 50 | 48 | 45 | 50 | 49 | 55 | 52 | 50 |

Окончание табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначения | Единицы измерения | Числовые значения для вариантов | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 15. Масса шатуна 5 | m5 | кг | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 35 | 26 | 30 | 34 | 38 |
| 16. Масса ползуна 6 | m6 | кг | 70 | 72 | 77 | 76 | 78 | 75 | 80 | 78 | 72 | 75 |
| 17. Момент инерции шатуна 5 | IS5 | кг м2 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 2,4 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 1,3 | 1,0 |
| 18. Число зубьев колес 11 и 12 | Z11 | - | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 14 | 16 | 15 | 14 | 12 |
| Z12 | - | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 28 | 32 | 30 | 28 | 24 |
| 19. Модуль зубчатых колес 11 и 12 | m | мм | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 20. Ход толкателя 15 | h | м | 0,02 | 0,025 | 0,018 | 0,024 | 0,016 | 0,02 | 0,018 | 0,02 | 0,022 | 0,016 |
| 21. Фазовые углы поворота кулачка 14: при подъеме и опускании толкателя  15 при выстое | Фп = Ф0  Фвв | град  град | 64  10 | 54  10 | 60  10 | 66  10 | 75  10 | 60  10 | 55  10 | 65  10 | 54  10 | 60  10 |
| 22. Максимально допустимый угол давления в кулачковом механизме | αдоп | град | 25 | 30 | 25 | 30 | 25 | 30 | 25 | 30 | 25 | 30 |
| 23. Передаточное отношение ременной передачи 9-9/ | U9-9’ | - | 7 | 7 | 6,5 | 6,5 | 7 | 6,5 | 6,5 | 7 | 7 | 6,5 |
| 24. Передаточное отношение однорядного планетарного редуктора | U1H | - | 7 | 7 | 6,5 | 6,5 | 7 | 6,5 | 6,5 | 7 | 7 | 6,5 |
| 25. Число сателлитов в планетарном редукторе | k | - | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |

**ЗАДАНИЕ № 2 к контрольной работе**

Проектирование и исследование механизмов ножниц  
для резки пруткового материала

Ножницы (рис. 2) предназначены для резки пруткового материала. Движение на ножницы передается от двигателя 3 (см. рис. 2) через планетарный редуктор П с колесами Z1, Z2, Z3, пару зубчатых колес Z4 и Z5 к кривошипному валу 1, который через шатун 2 приводит в движение коромысло 3, на котором располагается верхний нож ножниц (рис. 2, б), а нижний неподвижен и закреплен на станине. Маховик установлен на кривошипном валу 1. График изменения усилия резания Р/Рmax (В/Г), действующего на подвижный нож, представлен на рис. 2, д. Принимается, что равнодействующая усилий резания приложена в точке К подвижного ножа.

Схема кулачкового механизма показана на рис. 2, в, график изменения ускорений толкателя aв(Ф) – на рис. 2, г.

Исходные данные по проектированию приведены в табл. 2.

|  |
| --- |
| Рис. 2. Механизм ножниц для резки пруткового материала |

Исходные данные

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначения | Единицы измерения | Числовые значения для вариантов | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Частота вращения электродвигателя | nд | с-1 | 14 | 16 | 16 | 14 | 16 | 15 | 15 | 14 | 16 | 15 |
| 2. Частота вращения кривошипа | n1 | c-1 | 1,5 | 1,56 | 1,6 | 1,5 | 1,56 | 1,5 | 1,56 | 1,5 | 1,6 | 1,6 |
| 3. Расстояние между осями вращения кривошипа 1 и коромысла 3 | lOC | м | 1,25 | 1,1 | 1,0 | 1,15 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,25 | 1,3 |
| 4. Длина коромысла 3 | lCB | м | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 |
| 5. Положение равнодействующих усилий | lСК | м | 0,18 | 0,25 | 0,2 | 0,18 | 0,25 | 0,2 | 0,2 | 0,18 | 0,25 | 0,2 |
| 6. Угловой ход коромысла | Bmax | град | 26 | 25 | 30 | 28 | 25 | 24 | 27 | 28 | 26 | 30 |
| 7. Рабочий ход ножа | Г | град | 16 | 18 | 15 | 16 | 18 | 15 | 17 | 18 | 16 | 15 |
| 8. Масса шатуна 2 | m2 | кг | 160 | 200 | 220 | 210 | 180 | 150 | 170 | 190 | 200 | 210 |
| 9. Масса коромысла 3 | m3 | кг | 1000 | 1000 | 900 | 1100 | 1200 | 1100 | 1200 | 900 | 1000 | 1100 |
| 10. Положение центра масс шатуна 2  8 | lAS2/lAB | – | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| 11. Момент инерции кривошипа 1 | IS1 | кг м2 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 0,8 |
| 12. Момент инерции шатуна 2 | IS2 | кг м2 | 3,5 | 4,0 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 3,8 | 3,7 | 3,9 | 3,5 | 4,0 |
| 13. Момент инерции коромысла 3 | IS3 | кг м2 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 2,7 | 3,1 |
| 14. Коэффициент неравномерности вращения вала кривошипа | δ | – | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,17 | 0,13 | 0,12 | 0,17 | 0,16 | 0,12 | 0,15 |
| 15. Момент инерции ротора электродвигателя | Iρ | кг м2 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |

Окончание табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначения | Единицы измерения | Числовые значения для вариантов | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 16. Максимальное усилие резания | Pmax | кН | 1000 | 1100 | 1200 | 900 | 1000 | 950 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 17. Координата для силового расчета | Ф1 | град | 160 | 170 | 150 | 140 | 150 | 160 | 150 | 160 | 170 | 140 |
| 18. Ход толкателя | h | м | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,10 | 0,09 |
| 19. Частота вращения кулачка | nк | с-1 | 1,7 | 2,0 | 2,5 | 1,7 | 2,0 | 1,8 | 2,3 | 1,9 | 2,0 | 2,5 |
| 20. Максимально допустимый угол давления | αдоп | град | 35 | 30 | 32 | 35 | 40 | 30 | 37 | 34 | 35 | 38 |
| 21. Угол рабочего профиля кулачка | Фраб | град | 180 | 160 | 180 | 160 | 170 | 160 | 170 | 180 | 160 | 170 |
| 22. Модуль зубчатых колес планетарного редуктора  9 | m1 | мм | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| 23. Модуль зубчатых колес 4, 5 | m2 | мм | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 24. Число зубьев колес 4, 5 | Z 4  Z 5 | – | 14  20 | 13  21 | 14  21 | 12  22 | 10  18 | 12  20 | 10  18 | 14  20 | 14  22 | 12  21 |
| 25. Число сателлитов в редукторе | k | – | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |

**ЗАДАНИЕ № 3 к контрольной работе**

Проектирование и исследование механизмов  
горизонтально-ковочной машины

Машина (рис. 3) представляет собой кривошипный пресс, предназначенный для горячей штамповки в разъемных матрицах, закрепленных в неподвижном блоке III и боковом ползуне II, который приводится в движение кулачками от рычагов DE, EF, EL и др. После введения прутка в штамп боковой ползун подходит к прутку и зажимает его. Затем главный ползун I с установленными на нем пуансонами совершает рабочее движение.

По величине Н=2ro2A хода ползуна I определяют ro2A, а lAB из отношения λ=lAB/ro2A; n=1000-1500об/мин; nо2А=50-75 об/мин; P1max=3000 Н; P2max=1000 H.

Исходные данные для проектирования приведены в табл. 3.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рис. 3. Горизонтально-ковочная машина  15  15 |

Исходные данные

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Обозначения | Единицы измерения | Числовые значения для вариантов | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Ход главного ползуна | H | мм | 200 | 240 | 280 | 320 | 380 | 300 | 320 | 280 | 200 | 240 |
| 2. Ход бокового ползуна | h0 | мм | 80 | 95 | 120 | 155 | 140 | 150 | 80 | 95 | 120 | 155 |
| 3. Отношение длины шатуна к длине кривошипа | λ | - | 3 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 4.0 | 3.8 | 3.4 | 3.6 | 4.0 | 3.8 |
| 4. Массы звеньев | m1  m2  m3 | кг  кг  кг | 6  12  15 | 8  13  16 | 9  14  18 | 11  15  20 | 12  16  22 | 10  18  24 | 8  13  18 | 9  14  20 | 11  15  22 | 12  16  24 |
| 5. Положение центров масс звеньев | los1/lo2A  lAS2/lAB  lBS3 | -  -  мм | 1  0,3  50 | 1  0,4  75 | 0,9  0,35  82 | 0,8  0,5  75 | 0,7  0,4  95 | 0,6  0,4  65 | 0,9  0,35  82 | 1  0,3  50 | 0,8  0,5  75 | 0,6  0,4  65 |
| 6. Момент инерции шатуна | IS2 | кг м2 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
| 7. Коэффициент неравномерности вращения ведущего звена | δ | - | 1/18 | 1/16 | 1/17 | 1/20 | 1/16 | 1/20 | 1/17 | 1/20 | 1/16 | 1/20 |
| 8. Ход толкателя | h | мм | 90 | 80 | 100 | 130 | 180 | 150 | 90 | 80 | 100 | 130 |
| 9. Минимальный угол передачи движения  22 | γmin | мм | 60 | 58 | 55 | 54 | 52 | 55 | 58 | 55 | 54 | 52 |
| 10. Фазовые углы | Фп=Фо  Фвв | град  град | 90  90 | 85  100 | 80  110 | 90  110 | 85  120 | 80  100 | 80  110 | 90  110 | 85  120 | 80  100 |
| 11. Модули зацепления | mI  mII | мм  мм | 3  10 | 4  12 | 4,5  13 | 5  14 | 6  15 | 4  16 | 3  10 | 4  12 | 4,5  13 | 5  14 |
| 12. Числа зубьев колес | Z4  Z5 | - | 12  42 | 13  45 | 14  39 | 15  40 | 16  48 | 14  50 | 14  39 | 15  40 | 16  48 | 14  50 |

# 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

*а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации*

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине

«Теория машин и механизмов» проводится в форме экзамена на 3 курсе

| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ПК-5** умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов деталей машиностроения при их проектировании | | |
| Знать: | особенности расчетов при проектировании машин.  проблемы создания машин различных типов, приводов, принципы работы.  технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов деталей машиностроения. | ***Перечень теоретических вопросов к экзамену***:   1. Кинематические пары и их классификация. 2. Кинематические цепи. 3. Структурная формула кинематической цепи общего вида. 4. Избыточные связи и лишние степени подвижности. 5. Замена в плоских механизмах высших пар низшими. Механизм и его кинематическая схема. Число степеней свободы механизма. 6. Образование плоских и пространственных механизмов. Структурная классификация. 7. Аналоги скоростей и ускорений. 8. Постановка задачи кинематического анализа и методы их решения. 9. Аналитическое исследование кривошипно-ползунного механизма. 10. Построение планов механизмов и определение функций положения. 11. Построение планов скоростей. 12. Построение планов ускорений. 13. Кинематический анализ графическим методом. 14. Основные кинематические соотношения в механизмах 3-х звенных и 15. многоступенчатых зубчатых передач с неподвижными осями. |
| Уметь: | использовать стандартные средства автоматизации проектирования  проводить расчеты деталей и узлов машиностроительных конструкций.  проектировать детали и узлы машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями. | ***Пример практического задания к экзаменационному билету***  На рисунке изображён план скоростей  кривошипно-ползунного механизма.  Определить абсолютные скорости |
| Владеть: | стандартными средствами автоматизации проектирования  технологией и расчетами деталей и узлов машиностроительных конструкций, техническими и эксплуатационными параметрами деталей.  методами проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования. | ***Пример задания на практическую работу***  Силовой расчёт кривошипно-ползунных механизмов    -Определение сил, действующих на звенья механизма.  -Определение реакций в кинематических парах.  -Определение уравновешивающего момента.  -Начертить кинематическую схему механизма в масштабе .  -Построить план скоростей в масштабе  - Построить план ускорений в масштабе .  -Выделить структурную группу Ассура и показать все силы, действующее на неё, а также момент инерции второго звена.  - Графо-аналитическим методом решить систему:    -Выделить ползун и показать все силы, действующие на него.  -Графо-аналитическим методом решить второе уравнение системы расписанное для ползуна:  -Построить план сил.  -Выделить начальное звено и определить уравновешивающий момент или уравновешивающуюсилу**.**  -Решить уравнение: сумма моментов относительно точки О равна 0. |
| **ОПК-5** способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | | |
| Знать: | стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | ***Перечень теоретических вопросов к экзамену:***   1. Кинематика планетарных передач. 2. Кинематика дифференциальных передач. 3. Классификация кулачковых механизмов. 4. Кинематическое исследование кулачкового механизма с вращающимся кулачком и поступательно-движущимся толкателем. 5. Кинематическое исследование кулачкового механизма с вращающимся кулачком и качающимся толкателем. 6. Задачи динамического анализа и классификация сил действующих на звенья механизма. 7. Определение сил инерции звеньев механизма. 8. Дуга зацепления и коэффициент перекрытия. 9. Скольжение зубьев в зацеплении. 10. Методы изготовления зубчатых колес. 11. Изготовление зубчатых колес со смещением режущего инструмента. 12. Подбор чисел зубьев планетарных передач из условий соосности, соседства и сборки. 13. Определение основных размеров кулачковых механизмов по заданному углу давления. 14. Проектирование кулачковых механизмов с вращательным движением кулачка и поступательным движением толкателя. 15. Проектирование кулачковых механизмов с вращательным движением кулачка и вращательным движением толкателя. 16. Синтез 4-х звенного механизма по двум положениям ведомого звена и коэффициенту изменения средней скорости. 17. Условие существование кривошипа в 4-х звеном механизме. 18. Принцип автоматического управления машин-автоматов. (Управление от копиров, числовое программное управление). 19. Система управления по времени. Кулачковый распредвал. 20. Трение во вращательной кинематической паре. 21. Трение в передачах с гибкими звеньями. 22. Трение качения. 23. Условие статической определимости кинематической цепи. 24. Определение реакций в кинематической паре в группах с вращательными парами. 25. Определение реакций в кинематических парах в группах с поступательной парой. Определение реакций с учетом сил трения. 26. Силовой расчет ведущего звена. 27. Приведенные силы и моменты. Определение приведенных сил и приведенных моментов методом Жуковского. 28. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма. 29. Дифференциальное уравнение движения механизмов и машин. 30. Решение дифференциального уравнения движения. 31. Исследование движения с помощью уравнения кинетической энергии (графоаналитический метод). 32. Характеристики неравномерности движения машины. Роль маховика. 33. Уравновешивание масс звеньев на фундаменте. 34. Уравновешивание вращающихся масс. 35. Основная теорема зацепления. 36. Эвольвента. Свойство эвольвентного зацепления. 37. Основные термины, обозначения и соотношения между геометрическими |
| Уметь: | использовать задачи профессиональной деятельности, информационно-коммуникационные технологии. | ***Практическое задание к экзаменационному билету***  На рисунке представлена циклограмма работы кривошипно-ползунного механизма. Определить правильное направление силы сопротивления (силы полезного  сопротивления) Fc , дать пояснения. |
| Владеть: | информационной и библиографической культурой и информационно-коммуникационными технологиями. | ***Пример задания на практическую работу***  Кинематический анализ кривошипно-ползунных механизмов    -Начертить кинематическую схему механизма в масштабе .  -Построить план скоростей в масштабе .  -Определить масштаб плана скоростей по формуле    Для имеющегося механизма построить план скоростей в масштабе .    Для имеющегося механизма построитьплан ускорений в масштабе . |

*б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:*

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория машин и механизмов » включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме на 3 курсе.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

***8* Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) Основная литература:**

1. Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-1222-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91896> (дата обращения: 05.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Белан, А. К. Проектирование и исследование механизмов металлургических машин : учебное пособие / А. К. Белан, Е. В. Куликова, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3520.pdf&show=dcatalogues/1/1514338/3520.pdf&view=true> (дата обращения: 05.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1113-0. - Сведения доступны также на CD-ROM.

**б) Дополнительная литература:**

1. Капустин, А. В. Теория механизмов и машин. Практикум : учебное пособие для вузов / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 65 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9972-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453386> (дата обращения: 05.08.2020).
2. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. В. Жога, И. А. Несмиянов, Н. С. Воробьева [и др.]. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 80 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087912>

(дата обращения: 05.08.2020). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Белан, А. К. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин с применением КОМПАС-ГРАФИК : учебное пособие / А. К. Белан ; МГТУ, каф. ПМиГ. - Магнитогорск, 2011. - 70 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=361.pdf&show=dcatalogues/1/1079108/361.pdf&view=true>

(дата обращения: 05.08.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

1. Слободяник, Т. М. Прикладная механика. Теория механизмов и машин : методические указания / Т. М. Слободяник, Т. В. Денискина. — Москва : МИСИС, 2016. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10810>

(дата обращения: 05.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Куликова, Е. В. Кинематический анализ механизмов и машин : учебное пособие / Е. В. Куликова, В. И. Кадошников, М. В. Андросенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2539.pdf&show=dcatalogues/1/1130341/2539.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

**г) Програмное обеспечение и Интернет-ресурсы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| [КОМПАС 3D V16](http://sps.vuz.magtu.ru/docs/DocLib16/Оперативный%20учет%20вычислительной%20техники%20и%20программного%20обеспечения/Лицензии%20на%20ПО/Лицензии/Kompas3DandVertical.pdf) | Д-261-17 от 16.03.2017 | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |

1. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: портал нормативных документов. - URL: <http://www.opengost.ru>
2. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: открытая база ГОСТов. - URL: <http://www.standartgost.ru>
3. ГОСТы ЕСКД [Электронный ресурс]: Библиотека ГОСТов и нормативных документов. - URL: <http://www.libgost.ru>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.gpntb.ru>
5. Библиотека ФГБОУ ВПО «МГТУ» [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.magtu.ru/>
6. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>
7. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>
8. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www.fips.ru/>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| --- | --- |
| Лекционная аудитория | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Модели механизмов, образцы редукторов, коробок передач и других узлов машин общего и специального назначения. Витрины с образцами деталей машин. Плакаты, диапозитивы, фолии, рисунки для кодоскопа. Лабораторные установки. Видеофильмы по разделам: "Фрикционные передачи и вариаторы", "Ременные передачи", "Зубчатые передачи", "Подшипники скольжения и качения", "Муфты" и д.р. |
| Компьютерный класс | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |