

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учебно-методическое объединение по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра
образования Республики Беларусь
_____ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД-_____

**КУЗНЕЧНО - ШТАМПОВОЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

1-36 01 05 Машины и технология обработки материалов давлением

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения по образованию
в области машиностроительного
оборудования и технологий

_____ В.К. Шелег

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2019

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.В. Минько, доцент кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого» (протокол № 12 от 27 декабря 2017 г.);

М.И. Сидоренко, начальник Центральной заводской технологической лаборатории ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой «Машины и технология обработки металлов давлением» механико-технологического факультета Белорусского национального технического университета (протокол № 6 от 15.01.2018 г.);

Секцией «Совершенствование учебного процесса и учебно-нормативной документации» Научно-методического совета Белорусского национального технического университета (протокол № 2 от 22.02.2018 г.);

Секцией по специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» Учебно-методического объединения по образованию в области машиностроительного оборудования и технологий (протокол № 1 от 02.02.2018 г.).

Ответственный за редакцию: Д.В.Минько

Ответственный за выпуск: Д.В.Минько

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Кузнечно-штамповочное оборудование» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением».

Целью изучения дисциплины «Кузнечно-штамповочное оборудование» является подготовка студентов к практической деятельности в условиях современного штамповочного производства, связанного с использованием, проектированием и совершенствованием высокопроизводительного оборудования. Дисциплина непрерывно развивается в соответствии с совершенствованием и прогрессом в металлообработке, выпуском кузнечно-штамповочного оборудования с новыми кинематическими схемами и конструктивными решениями.

Изучение учебной дисциплины позволяет решить следующие задачи в рамках конкретных видов деятельности:

- проектной деятельности: проектировать и рассчитывать прочность и надежность основных узлов кузнечнопрессовых машин, работать с нормативной документацией и справочной литературой;

- организационно-методической деятельности: организовывать, методически обеспечивать проектирование и производство кузнечнопрессовых машин, обеспечивать управление разработкой проектной документацией в организации;

- контрольной и надзорной деятельности: организовывать и осуществлять надзорные мероприятия в области проектирования и производства кузнечнопрессовых машин и контроля качества продукции на всех этапах жизненного цикла;

- аналитической и экспериментально-исследовательской деятельности: на системной основе проводить оптимизацию конструкций кузнечнопрессовых машин и осуществлять экспериментальные исследования прочности и долговечности деталей; планировать, методически обеспечивать и осуществлять исследования проектных и технологических процессов;

- инновационной деятельности: осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли (машиностроения, металлургии, автомобиле- и тракторостроения), инновационным технологиям.

Учебная программа предусматривает изучение методов проектирования и производства кузнечно-штамповочного оборудования; основ кинематического, энергетического, прочностного расчетов параметров и сущности требований к конструкции основных узлов; принципов построения проектных документов, технической документации и систем стандартов.

Учебная дисциплина «Кузнечно-штамповочное оборудование» базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин, как «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Теория механизмов, машин и манипуляторов», а также при изучении дисциплин компонентов учреждения высшего образования, таких как: «Механика материалов», «Материаловедение», «Теоретическая механика», «Привод кузнечно-прессовых машин». В основе ее лежат

фундаментальные положения математики и механики. Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, связанных с проектированием, расчетом и эксплуатацией оборудования кузнечных и прессовых участков, штампового инструмента.

В результате изучения учебной дисциплины «Кузнечно-штамповочное оборудование» студент должен:

знать:

- функциональное назначение всех разновидностей кузнечнопрессовых машин;
- устройство и работу кузнечнопрессовых машин и их узлов;
- особенности компоновки узлов кузнечнопрессовых машин в зависимости от их основных параметров;

уметь:

- проектировать кузнечнопрессовую машину, разрабатывать ее сборочный чертеж;
- определять размеры деталей и узлов кузнечнопрессовых машин;
- разрабатывать конструкции узлов машины, выполнять их прочностной расчет;
- определять исправность кузнечнопрессовой машины, необходимость ее ремонта;

владеть:

- оценкой технологических возможностей кузнечнопрессовой машины;
- навыками проверки правильности наладки штампов на машине;
- навыками оценки причин и методами устранения неисправностей кузнечнопрессовых машин;
- навыками качественной работы с документацией технологического процесса, оснастки и оборудования.

Освоение учебной дисциплины «Кузнечно-штамповочное оборудование» обеспечивает формирование следующих компетенций:

академических:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности;

социально-личностных:

- владеть навыками здоровьесбережения;

- быть способным к критике и самокритике;
 - уметь работать в коллективе;
 - самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- профессиональных:
- принимать участие в развитии комплекса автоматизированных систем технологической подготовки производства для обеспечения своевременности, качества и надежности снабжения производства технологической оснасткой;
 - подбирать необходимое технологическое оборудование для серийного и крупносерийного производства изделий;
 - определять причины и намечать пути предотвращения брака заготовок и деталей (поковок, штамповок и пр.);
 - выполнять технико-экономическое обоснование вариантов организации производства или реконструкции объекта производственной системы;
 - разрабатывать проект механизации (автоматизации) как ведущего штамповочного оборудования, так и всего штамповочного агрегата (технологической линии);
 - разрабатывать техническую документацию на проектируемый (модернизируемый) объект производства;
 - осуществлять авторский надзор за изготовлением, монтажом (модернизацией) объекта в пределах соответствующей комплектации;
 - профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы;
 - на основе технической документации производить монтаж и наладку технологического оборудования и штамповой оснастки;
 - производить своевременно ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования и штамповой оснастки;
 - осуществлять оперативный контроль за функционированием технологических систем (агрегатов, линий, участков) и их элементов и режимами их работы;
 - обеспечивать необходимые технологии проведения ремонтов и проверять состояние элементов технологических систем после их ремонта, вести необходимую технологическую документацию по ремонту;
 - контролировать строгое соблюдение технологии;
 - контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности при работах на технологическом оборудовании, противопожарной безопасности;
 - выявлять причины выхода из строя элементов технологических систем, поломки технологического оснащения, вести их учет, разрабатывать предложения по их осуществлению;
 - обеспечивать обучение персонала работе на технологическом оборудовании с соответствующим специальным оснащением, правилам безопасности и осуществлять своевременную проверку знаний;
 - на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;

- владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития кузнечно-штамповочных, прокатных, прессовых и волочильных цехов машиностроительных заводов, инновационным технологиям, проектам и решениям;
- определять цели инноваций и способы их достижения;
- работать с научной, технической и патентной литературой;
- разрабатывать бизнес-планы создания новых технологий обработки материалов давлением и оборудования;
- оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий и оборудования.

На изучение учебной дисциплины «Кузнечно-штамповочное оборудование» отведено всего 282 часа, из них – 166 часов аудиторных. Примерное распределение аудиторного времени по видам занятий: лекции – 100 часов, лабораторные занятия – 32 часа, практические занятия – 34 часа.

В соответствии с типовым учебным планом по данной дисциплине рекомендуется выполнение курсового проекта.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела и темы	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторного времени по видам занятий		
		лекции	лабораторные	практические
1	2	3	4	5
Раздел I. Состав и структура кузнечно-штамповочного оборудования	10	6	2	2
Тема 1.1. Основные понятия, общие сведения о кузнечно-штамповочном оборудовании	2	2		
Тема 1.2. Классификация и маркировка кузнечно-штамповочного оборудования	4	2		2
Тема 1.3. Принципы проектирования и анализа кузнечно-штамповочного оборудования	4	2	2	
Раздел II. Кривошипные кузнечно-штамповочные машины	36	22	8	6
Тема 2.1. Кинематический анализ кривошипных машин	4	2	2	
Тема 2.2. Силовой анализ кривошипно-шатунного механизма	4	2		2
Тема 2.3. Допускаемые усилия на ползуне	4	2	2	
Тема 2.4. Энергетика кривошипных машин	6	4		2
Тема 2.5. Структура кривошипных машин	6	4	2	
Тема 2.6. Системы включения кривошипных машин	4	2		2
Тема 2.7. Вспомогательные устройства кривошипных машин	2	2		
Тема 2.8. Открытые прессы общего назначения	2	2		
Тема 2.9. Закрытые прессы общего назначения	4	2	2	
Раздел III. Кузнечно-штамповочные машины специального назначения	34	20	6	8
Тема 3.1. Кривошипные горячештамповочные прессы	4	2		2
Тема 3.2. Горизонтально-ковочные машины	2	2		
Тема 3.3. Вытяжные прессы	4	2	2	
Тема 3.4. Прессы для холодной объемной штамповки	4	2		2
Тема 3.5. Ножницы	2	2		
Тема 3.6. Листоштамповочные прессы-автоматы	4	2	2	
Тема 3.7. Прессы-автоматы для объемной штамповки	4	2		2
Тема 3.8. Гибочные прессы-автоматы	2	2		
Тема 3.9. Правильные и гибочные ротационные машины	4	2	2	
Тема 3.10. Ковочные вальцы и ротационно-ковочные машины	4	2		2
Раздел IV. Штамповочные и ковочные молоты	36	20	8	8
Тема 4.1. Молоты. Основные понятия	2	2		
Тема 4.2. Работа и основы теплового расчета паровоздушных молотов	8	4		4
Тема 4.3. Конструкция паровоздушных молотов	8	4	4	
Тема 4.4. Бесшаботные и высокоскоростные молоты	6	2		4
Тема 4.5. Гидравлические и гидроимпульсные молоты	6	4	2	
Тема 4.6. Винтовые фрикционные, дугостаторные и гидровинтовые молоты (прессы)	6	4	2	

1	2	3	4	5
Раздел V. Гидравлические кузнечно-штамповочные машины	50	32	8	10
Тема 5.1. Гидравлические прессы. Гидропрессовые установки с насосным безаккумуляторным приводом	6	4	2	
Тема 5.2. Компоновка гидропрессовых установок с насосным приводом и гидроаппаратура	6	4		2
Тема 5.3. Гидропрессовые установки с насосно-аккумуляторным приводом	6	4		2
Тема 5.4. Состав гидропрессовых установок с насосно-аккумуляторным приводом	6	4	2	
Тема 5.5. Гидропрессовые установки с мультипликаторным и комбинированным приводом	6	4		2
Тема 5.6. Гидравлические прессы различного технологического назначения	6	4	2	
Тема 5.7. Конструкция и основы расчета гидравлических прессов	8	4		4
Тема 5.8. Перспективные направления развития гидропрессостроения	6	4	2	
ВСЕГО	166	100	32	34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Состав и структура кузнечно-штамповочного оборудования

Тема 1.1. Основные понятия, общие сведения о кузнечно-штамповочном оборудовании

Основная цель и главная задача дисциплины. Роль и место кузнечно-штамповочного оборудования в современном производстве. История развития кузнечно-штамповочного оборудования, производственной и научной базы. Развитие теории и конструкций кузнечно-штамповочного оборудования в нашей стране и за рубежом.

Тема 1.2. Классификация и маркировка кузнечно-штамповочного оборудования

Классификация кузнечно-штамповочного оборудования по принципу действия. Кузнечно-штамповочное оборудование с квазистатическим воздействием на объект обработки (кривошипные, винтовые, гидравлические прессы, статы). Кузнечно-штамповочное оборудование с энергетическим воздействием на объект обработки (падающие механические, приводные, газогидравлические молоты, импульсные машины). Кузнечно-штамповочное оборудование квазинепрерывного действия (машины с вращающимся инструментом, роторные и роторно-конвейерные линии, обжимные машины). Совмещенное, составное и комбинированное кузнечно-штамповочное оборудование. Маркировка кузнечно-штамповочного оборудования.

Тема 1.3. Принципы проектирования и анализа кузнечно-штамповочного оборудования

Главные параметры и критерии сравнения представителей различных классов кузнечно-штамповочного оборудования. Силовые характеристики, циклы работы и технологические параметры кузнечно-штамповочного оборудования. Общая структура и режимы движения рабочих звеньев кузнечно-штамповочного оборудования. Принципиальные схемы и энергоэффективность представителей различных классов кузнечно-штамповочного оборудования.

Раздел II. Кривошипные кузнечно-штамповочные машины

Тема 2.1. Кинематический анализ кривошипных машин

Кривошипные машины и область их применения. Влияние технологических, силовых и энергетических условий работы машины на структурную схему исполнительного механизма. Кинематика кривошипно-ползунного исполнительного механизма. Исполнительные механизмы, обеспечивающие оптимальные энергосиловые условия работы машины, постоянство скорости рабочего хода, выстаивание ползуна при рабочем ходе.

Тема 2.2. Силовой анализ кривошипно-шатунного механизма

Усилия на ползуне и шатуне идеального и реального механизма. Определение линии действия силы в звеньях кривошипного механизма при

наличии трения. Крутящий момент на главном валу идеальной и реальной машины как функция усилия на ползуне и угла поворота коленвала.

Тема 2.3. Допускаемые усилия на ползуне

Понятие об эквивалентных напряжениях при пульсирующей нагрузке, характерной для кривошипных машин. Силовые факторы, воздействующие в опасных сечениях коленвала. Вывод формулы допускаемых усилий на ползуне по прочности коленвала в опасном сечении. Формула допускаемых усилий по прочности зубчатого зацепления. Графики допускаемых усилий, понятие о номинальном угле кривошипной машины. Влияние величины хода на величину допускаемых усилий.

Тема 2.4. Энергетика кривошипных машин

Неравномерность потребления энергии машин в течение цикла ее работы. Анализ применяемой формулы расчета мощности электропривода кривошипной машины. Суммарная работа машины с учетом трения и упругой деформации, а также потерь на включение муфты. Определение суммарной работы на участке рабочего хода по типовым графикам технологических нагрузок. Работа холостого хода, работа на включение муфты. Мощность электродвигателя и момент инерции маховика.

Тема 2.5. Структура кривошипных машин

Принципиальная кинематическая схема кривошипной вертикальной машины. Обоснование необходимости основных устройств машины: электропривод с понижающими передачами, муфты с тормозом, системы управления, системы смазки, уравновешивателей, предохранителей по усилию, защитных устройств подушек, микропривода. Системы управления и смазки.

Тема 2.6. Системы включения кривошипных машин

Муфты жесткого включения. Муфты главного включения: дисковые, конические, шинно-пневматические, с ретинаксовыми вкладышами. Блок муфты с тормозом. Тормоза ленточные, дисковые, шарнирно-колодочные. Выбор места установки. Основные расчеты.

Тема 2.7. Вспомогательные устройства кривошипных машин

Пневматические подушки: однопоршневые и многопоршневые, батарейные, гидропневматические с пневмогидравлическим удерживателем. Арматура воздушной сети машины. Уравновешиватели. Измерители усилий. Охрана труда.

Тема 2.8. Открытые прессы общего назначения

Классификация кривошипных машин по технологическому признаку, типу и количеству исполнительных механизмов, степени специализации. Открытые прессы одностоечные и двухстоечные, наклоняемые и ненаклоняемые, с подвижным и неподвижным столом. Особенности работы и основы расчета открытой станины. Механизм регулировки закрытой высоты и величины хода. Область применения. Прессы с безмуфтовым приводом. Демпфирование шатуна. Предохранение от перегрузки.

Тема 2.9. Закрытые прессы общего назначения

Конструкция и сборка станины. Привод закрытых прессов: открытый и закрытый, односторонний и двухсторонний, одноступенчатый и многоступенчатый. Шестернеэксцентриковый привод и другие модификации кривошипно-ползунного механизма. Расположение валов параллельно и перпендикулярно фронту прессы. Регулировка закрытой высоты и предохранение против перегрузки. Выдвижные столы и их быстродействующее крепление.

Раздел III. Кузнечно-штамповочные машины специального назначения

Тема 3.1. Кривошипные горячештамповочные прессы

Особенности конструкции станины, главного вала, муфт, тормозов, столов, выталкивателей. Предохранительные устройства и узлы для расклинивания. Особенности прессов для выдавливания, штамповки в разъемных матрицах, прессов с механизацией техпроцесса.

Тема 3.2. Горизонтально-ковочные машины

Основные типы и их классификация по конструкции механизмов зажима. Особенности конструкции и расчета основных узлов. Цикловая диаграмма и графики перемещения высадочного и зажимного ползунков. Предохранительные устройства от перегрузки. Жесткость машин. Особенности и применение горизонтально-ковочных машин с горизонтальной плоскостью разъема матриц.

Тема 3.3. Вытяжные прессы

Типы вытяжных прессов. Прессы двойного действия, их цикловая диаграмма. Механизмы привода наружного и внутреннего ползунков. Способы повышения быстроходности вытяжных прессов. Вытяжные прессы тройного действия и специальные прессы для глубокой вытяжки.

Тема 3.4. Прессы для холодной объемной штамповки

Прессы для холодного выдавливания и калибровочные. Особенности кинематики и конструкции исполнительного механизма. Регулировка закрытой высоты. Элементы расчета прессов. Особенности конструкции и применения холодно- и горячегибочных машин.

Тема 3.5. Ножницы

Основные типы ножниц. Листовые ножницы. Особенности конструкции, кинематики и расчета. Сортные и комбинированные ножницы, особенности конструкции и применения. Просечные ножницы. Дисковые ножницы. Принципиальные схемы основных типов ножниц. Особенности конструкции двухдисковых ножниц для прямолинейной резки. Ножницы многодисковые.

Тема 3.6. Листоштамповочные прессы-автоматы

Технико-экономические предпосылки применения автоматов. Основные типы и классификация прессов-автоматов по кинематическим и конструктивным признакам. Особенности кинематики и конструкции автоматов с нижним приводом

и с эллипсоидальным поступательным движением ползуна (с непрерывной подачей ленты). Особенности кинематики и конструкции многопозиционных автоматов.

Тема 3.7. Прессы-автоматы для объемной штамповки

Основные типы и классификация прессов-автоматов по технологическим признакам. Автоматы однопозиционные (одно- двух и трехударные), двухпозиционные и многопозиционные. Особенности кинематики и конструкции однопозиционных прессов-автоматов. Горячештамповочные автоматы. Особенности кинематики и конструкции резбонакатных и обрезных автоматов. Основные типы и принципиальное их различие.

Тема 3.8. Гибочные прессы-автоматы

Технологическое назначение. Основные типы гибочных автоматов. Многоползунные универсально-гибочные автоматы с вертикальным, горизонтальным и радиальным расположением инструментов, с приводом ползунот от центральной шестерни, особенности конструкции и элементы расчета.

Тема 3.9. Правильные и гибочные ротационные машины

Принцип действия и схемы основных типов правильных машин: листо-правильные, сорто-правильные, правильно-отрезные полуавтоматы. Принцип действия и схемы основных типов гибочных машин: трехвалковые и четырехвалковые, листогибочные и сортогибочные машины; машины профилировочно-гибочные многороликовые, трубогибочные, копирующе-гибочные с вращающимся столом. Принципиальные схемы пружинонавивочных автоматов и автоматов непрерывного действия для изготовления пружинных шайб.

Тема 3.10. Ковочные вальцы и ротационно-ковочные машины

Технологическое назначение вальцов. Основные типы ковочных вальцов. Вальцы двухопорные и консольные. Ковочные вальцы-полуавтоматы с устройством для переноса заготовок из ручья в ручей. Ковочные вальцы непрерывного действия. Принципиальные схемы и технологическое использование ротационно-ковочных машин с вращающимся и невращающимся инструментом. Радиально-ковочные машины с программным управлением.

Раздел IV. Штамповочные и ковочные молоты

Тема 4.1. Молоты. Основные понятия

Принцип действия молота и его общая схема. Классификация молотов по технологическому назначению и конструктивным признакам. Типовые схемы паровоздушных, приводных пневматических и механических, электрических, взрывных, газовых, газогидравлических и гидравлических молотов. Отличительные особенности молотов различных типов и области их применения. Коэффициент полезного действия удара.

Тема 4.2. Работа и основы теплового расчета паровоздушных молотов

Классификация паровоздушных молотов по технологическому назначению и конструктивным признакам. Работа ковочного молота на автоматическом цикле.

Теоретическая индикаторная диаграмма. Определение энергии удара, число ходов, расхода пара по индикаторной диаграмме. Особенности конструкции и системы управления ковочных и штамповочных паровоздушных молотов. Особенности работы на паре и воздухе, Коэффициент полезного действия молотов.

Тема 4.3. Конструкция паровоздушных молотов

Классификация паровоздушных молотов по технологическому назначению и конструктивным признакам. Основные узлы паровоздушных молотов: цилиндры, станины, падающие части, шаботы, фундаменты, предохранительные устройства. Виброизоляция молотов. Перспективы их развития. Охрана труда.

Тема 4.4. Бесшаботные и высокоскоростные молоты

Бесшаботные паровоздушные молоты. Особенности кинематической и гидравлической связи подвижных частей. Элементы расчета бесшаботных молотов. Сравнение шаботных и бесшаботных молотов с точки зрения технологических, конструкционных и эксплуатационных особенностей. Молоты для высокоскоростной штамповки. Горизонтальные молоты с одинаковой встречной скоростью бойков.

Тема 4.5. Гидравлические и гидроимпульсные молоты

Приводные пневматические молоты. Принципиальные схемы молотов. Циклы работы. Графики перемещения и скорости бабы. Определение энергии удара и других параметров молота. Схема воздухораспределения при работе на всех циклах.

Тема 4.6. Винтовые фрикционные, дугостаторные и гидровинтовые молоты (прессы)

Принцип работы и основные схемы винтовых фрикционных прессов. Схема и работа двухдискового прессы, его техническая характеристика и область применения. Особенности конструкции и работы дугостаторных винтовых прессов. Принципиальные схемы и работа наиболее распространенных гидровинтовых прессов, техническая характеристика и область их применения.

Раздел V. Гидравлические кузнечно-штамповочные машины

Тема 5.1. Гидравлические прессы. Гидропрессовые установки с насосным безаккумуляторным приводом

Гидравлические прессы и гидропрессовые установки. Типы гидропрессовых установок. Рабочие исследования гидропрессовых установок с насосным безаккумуляторным приводом. Методы повышения использования установочной мощности привода гидропрессовых установок.

Тема 5.2. Компоновка гидропрессовых установок с насосным приводом и гидроаппаратура

Схемы гидропрессовых установок с масляным индивидуальным приводом. Ускорение прямого холостого хода за счет применения наполнительного бака, двух насосов различной производительности и давления, ускорительного плунжера.

Гидропрессовые установки, работающие на водной эмульсии. Насосы и аппаратура управления прессами с масляным приводом.

Тема 5.3. Гидропрессовые установки с насосно-аккумуляторным приводом

Особенности работы гидропрессовых установок с насосно-аккумуляторным приводом. Повышение коэффициента полезного действия гидропрессовых установок. Расчет отъема гидравлических и воздушных баллонов аккумулятора. Расчет производительности насосов.

Тема 5.4. Состав гидропрессовых установок с насосно-аккумуляторным приводом

Состав и работа гидропрессовых установок с насосно-аккумуляторным приводом. Аккумуляторы. Управление пневматическим беспоршневым аккумулятором. Наполнительный и сливной баки. Насосы. Распределительные устройства и клапаны насосно-аккумуляторной установки.

Тема 5.5. Гидропрессовые установки с мультипликаторным и комбинированным приводом

Принцип действия мультипликаторов и элементы их расчета. Гидропрессовые установки с электромеханическим мультипликатором и их работа. Работа гидропрессовых установок с комбинированным приводом. Сравнительная оценка установок с насосным и мультипликаторным приводом. Охрана труда.

Тема 5.6. Гидравлические прессы различного технологического назначения

Классификация прессов по технологическому назначению. Сравнительная оценка гидравлических прессов, молотов и кривошипных машин. Ковочные прессы, горячештамповочные прессы, трубопрутковые и прутково-профильные прессы, прессы для выдавливания штампов, прессы для обработки пластмасс. Прессы для листовой штамповки резиной.

Тема 5.7. Конструкция и основы расчета гидравлических прессов

Классификация гидравлических прессов по конструктивным признакам. Станины гидравлических прессов колонного и рамного типа, скрепленные лентой. Элементы расчета станин и колонн. Поперечины и столы гидравлических прессов. Цилиндры и трубопроводы и их расчет. Уплотнение плунжеров и неподвижных соединений. Расчет компенсаторов гидроудара.

Тема 5.8. Перспективные направления развития гидропрессостроения

Создание новых типов гидравлических прессов. Применение в гидравлических прессах сверхвысоких давлений жидкости 1000-1600 атм. Быстроходные гидравлические прессы, гидравлические прессы-автоматы. Создание гидравлических прессов с несколькими плунжерами в разных плоскостях. Гидравлические прессы с программным управлением. Повышение надежности и долговечности гидравлических прессов. Охрана труда.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Живов, Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование: учеб. для вузов / Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н.; под ред. Л.И.Живова. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006. – 560 с.
2. Свистунов, В.Е. Кузнечно-штамповочное оборудование. Кривошипные прессы: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2008. – 698 с.
3. Банкетов, А.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование. / А.Н. Банкетов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 567 с.
4. Северденко, В.П. Лабораторный практикум по теории, машинам и технологии обработки металлов давлением. / В.П. Северденко и др. – Минск: Высшая школа, 1975. – 304 с.

Дополнительная литература

1. Бочаров, Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.
2. Степанов, Б.А. Специализированное кузнечно-прессовое оборудование: учеб. пособие для вузов. – М.: МГИУ, 2005 – 212 с.
3. Ланской, Е.Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. / Е.Н. Ланской, А.Н. Банкетов. – М.: Машиностроение, 1966. – 380 с.
4. Власов, В.И. Системы включения кривошипных прессов. / В.И. Власов. – М.: Машиностроение, 1969. – 272 с.
5. Навроцкий, Г.А. Кузнечно-штамповочные автоматы. / Г.А.Навроцкий. – М.: Машиностроение, 1967. – 424 с.
6. Добринский, И.С. Гидравлический привод прессов. / И.С. Добринский. – М.: Машиностроение, 1975. – 222 с.
7. Зимин, А.И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства. / А.И. Зимин. / Ч.1. Молоты. – М.: Машгиз, 1953. – 460 с.
8. Игнатов, А.А. Кривошипные горячештамповочные прессы. / А.А. Игнатов, Т.А. Игнатова. – М.: Машиностроение, 1974. – 352 с.
9. Игнатов, А.А. Горизонтально-ковочные машины. / А.А.Игнатов. – М.: Машгиз, 1948. – 340 с.
10. Розанов, Б.З. Гидравлические прессы. / Б.З.Розанов. – М.: Машгиз, 1959. – 428 с.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных заданий;
- выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- подготовка курсового проекта по индивидуальным заданиям, в том числе разноуровневым заданиям.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- проведение текущих контрольных работ (заданий) по отдельным темам;
- защита выполненных на практических и лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача зачета и экзамена;
- защита курсового проекта.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Определение кинематических параметров исполнительных механизмов кривошипных прессов и радиусов шарниров по чертежам сборочных единиц.
2. Расчет кинетостатических параметров прессов: приведенного плеча крутящего момента, расчетного крутящего момента.
3. Изучение конструкции муфт и тормозов по чертежам сборочных единиц. Классификация дисковых муфт и тормозов. Расчет муфты по моменту сцепления.
4. Определение приведенного момента инерции ведомых масс и расчет тормоза по углу торможения. Расчет дисковых муфт и тормозов по коэффициенту износа.
5. Изучение конструкций общих и частных вспомогательных устройств по чертежам сборочных единиц и технической литературе.
6. Изучение конструкций главных приводов по чертежам сборочных единиц. Расчет мощности главного электродвигателя и момента инерции маховика.
7. Особенности конструкции и расчета горизонтально-ковочных машин.
8. Расчет основных конструктивных и силовых параметров гидравлического пресса.
9. Расчет основных конструктивных, силовых параметров и КПД винтового пресса.
10. Изучение основных технических характеристик штамповочных и ковочных молотов.

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Изучение устройства и определение основных параметров двухстоечного открытого однокривошипного пресса.
2. Определение жесткости двухстоечного открытого однокривошипного наклоняемого пресса.
3. Определение работоспособности кривошипного пресса.
4. Изучение конструкции и работы винтового фрикционного двухдискового пресса.
5. Определение основных параметров винтового фрикционного двухдискового пресса.
6. Изучение устройства и составление гидравлической схемы гидравлического четырехколонного пресса.
7. Изучение устройства и составление кинематической и пневматической схем горизонтально-ковочной машины.
8. Построение цикловой диаграммы горизонтально-ковочной машины.
9. Проверка горизонтально-ковочной машины на точность.
10. Определение основных параметров приводного пневматического молота.
11. Определение КПД работы приводного пневматического молота.

Примерные требования, предъявляемые к содержанию курсовых проектов

Курсовой проект выполняется после изучения теоретической части учебной дисциплины и включает в себя разработку или модернизацию конструкции одной из кузнечно-штамповочных машин, выпускаемых промышленностью, поисковую разработку варианта конструкции по новой принципиальной схеме или разработку лабораторной или экспериментальной установки.

Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях, лабораторных работах и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, мозговой штурм и другие формы и методы), реализуемые на практических занятиях и конференциях;
- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении курсового проекта.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Кузнечно-штамповочное оборудование статического воздействия на обрабатываемое изделие. Классификация по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.

2. Кузнечно-штамповочное оборудование динамического воздействия на обрабатываемое изделие. Классификация по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.

3. Прессы. Классификация по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с молотами и статами.

4. Статы. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с прессами и импульсными установками.

5. Молоты. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с прессами и импульсными установками.

6. Импульсные установки. Структурные схемы основных устройств. Области применения. Сходство и отличие по сравнению с молотами и статами.

7. Кузнечно-штамповочное оборудование непрерывного и квазинепрерывного действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.

8. Классификация кузнечно-штамповочного оборудования по принципу действия. Структурные схемы основных устройств. Области применения.

9. Общие понятия о кривошипных прессах. Основные и вспомогательные устройства (частные и общие). Ведущие и ведомые массы. Режимы работы (движения) рабочих звеньев основных устройств. Главные и дополнительные исполнительные механизмы.

10. Основные понятия кинестатических кривошипных прессов. Прямые и обратные системы отчета перемещений. Обобщенные координаты исполнительных механизмов. Типовые лианеризированные графики технологического нагружения. Номинальное и допустимое усилие. Номинальный ход. Расчетный угол. Текущий и расчетный моменты сил на главном валу. Идеальный момент и момент трения. Приведенные плечи. Радиусы трения.

11. Структурные схемы рычажных исполнительных механизмов. Связь приведенного количества звеньев рычажных исполнительных механизмов с силовыми и кинематическими особенностями. Законы движения, свойства и области применения исполнительных механизмов. Законы движения, свойства и области применения исполнительных механизмов с приведенным количеством звеньев от четырех до десяти. Понятие о кулачковых, кулачково-рычажных, зубчато-рычажных исполнительных механизмах. Области их применения.

12. Теорема связи кинематических и силовых параметров идеальных исполнительных механизмов. Ее следствия.

13. Понятие о радиусе и круге трения. Зависимость величины радиуса трения от параметров шарнира при точечном контакте и в общем случае. Выбор направлений равнодействующих сил с учетом кругов трения и относительного движения звеньев. Определение элементарной работы трения в опоре при вращательном и поступательном относительном перемещении звеньев.

14. Применение дезаксиала для обеспечения устойчивого плоского контакта ползуна со станиной. Эпюры и аналитические выражения для определения удельных сил.

15. Компактные исполнительные механизмы. Определение понятия. Конструктивные схемы и принципы действия. Преимущества и недостатки.

Области применения. Особенности расчета. Способы обеспечения устойчивости плоского контакта ползуна с направляющими станины.

16. Типы главных валов кривошипных прессов. Принципы их расчета по методу А.Ф. Нистратова. Построение кривых допустимых по прочности опасных сечений усилий на ползуне. Расчетные углы различных прессов.

17. Демонстрация кинестатических параметров: R , L , d_o , d_a , d_b на схемах различных кривошипно-ползунных прессов.

18. Расчет многозвенных исполнительных механизмов методом замкнутых контуров. Допущения. Кинематика. Силы в трущихся парах. Идеальные крутящие моменты сил, моменты трения и полные моменты на главных валах. Учет упругости системы.

19. Расчет многозвенных исполнительных механизмов узловым методом. Допущения. Кинематика. Силы в трущихся парах. Идеальные крутящие моменты сил, моменты трения и полные моменты на главных валах. Учет упругости системы.

20. Понятие о жесткости и податливости закрытых прессов простого действия. Приведенная жесткость. Связь деформации штампового пространства с приведенной жесткостью и усилием на ползуне.

21. Понятие об угловой жесткости открытых прессов.

22. Влияние упругости конструкции прессов двойного действия на точность выстаивания ползуна.

23. Особенности муфтовых и безмуфтовых систем включения кривошипных прессов.

24. Классификация фрикционных дисковых муфт и муфт-тормозов (ответ по чертежу).

25. Определение величины расчетного крутящего момента сил на главном валу и момента сцепления фрикционной муфты. Соотношение этих величин.

26. Определение величины момента сцепления фрикционных дисковых муфт и тормозов в зависимости от их конструктивных параметров.

27. Конструкции ленточных тормозов. Расчет величины момента сцепления.

28. Понятия: момент инерции и приведенный момент инерции системы. Физический смысл понятий. Размерность. Определение величин. Приведение момента инерции системы к одному валу.

29. Показатель износа Победина. Его физический смысл, размерность, определение его величины для дисковых муфт и тормозов. Допустимые значения показателя износа и их физический смысл.

30. Распределение удельных сил по поверхности фрикционного контакта дисковых муфт и тормозов. Приведенный радиус трущейся поверхности и его значения. Средняя величина удельной силы.

31. Как изменится момент сцепления, показатель износа и средняя удельная сила трущихся поверхностей, если, не изменяя другие параметры фрикционной муфты (тормоза): а) уменьшить наружный радиус трущихся поверхностей; б) увеличить наружный радиус трущихся поверхностей; в) увеличить количество трущихся поверхностей; г) увеличить давление сжатого воздуха.

32. Расчет тормозов систем включения на угол торможения главного вала.

33. Принцип действия и устройство сдвоенных трехлинейных двухпозиционных сервоуправляемых пневмораспределителей с перекрестными каналами. Работа в нормальном режиме и в режиме отказа (ответ по чертежу).

34. Назначение, принцип действия и схемы блокирования отдельных муфт и тормозов в начале и конце режима.

35. Главный привод кривошипных прессов. Устройство. Принцип квазистатического расчета механической части. Критерии и физическая суть цикловой и тепловой устойчивости.

36. Баланс работы кривошипной машины за один цикл. Способы определения его составляющих. Принципы подбора мощности электродвигателя и запасенной энергии маховика.

37. Классификация частных вспомогательных устройств кривошипных прессов. Классификация, устройство, режимы и расчет пневматических и гидropневматических подушек.

38. Устройство, назначение классификация и область применения нижних и верхних выталкивателей, упоров, устройств регулировки закрытой высоты, выдвижных плит и быстродействующих захватов.

39. Конструкции, области применения и расчет предохранителей от перегрузок и устройств вывода из распора кривошипных прессов.

40. Назначение, устройство и расчет гравитационных уравнивателей кривошипных прессов.

41. Назначение, устройство и принципы расчета динамических уравнивателей кривошипных прессов.

42. Классификация, устройство и принципы расчета станин кривошипных прессов.

43. Классификация, устройство и принципы расчета фундаментов кривошипных прессов.

44. Устройства смазки кривошипных прессов.

45. Устройства управления кривошипных прессов.

46. Классификация, устройство и расчет фундаментов кривошипных прессов.

47. Кривошипные прессы и автоматы для листовой штамповки. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Графики движения ползунов и номинальные усилия главных исполнительных механизмов.

48. Универсальные листоштамповочные прессы. Классификация. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Особенность применения. Диапазон номинальных усилий.

49. Листоштамповочные прессы для глубокой вытяжки простого и двойного действия. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Графики движения ползунов и номинальные усилия главных исполнительных механизмов. Области применения.

50. Автоматы для штамповки в ленте. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Циклограммы. Преимущества и недостатки по сравнению с многопозиционными листоштамповочными автоматами. Диапазон номинальных усилий. Область

применения.

51. Многопозиционные листоштамповочные автоматы. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Диапазон номинальных усилий. Циклограммы. Преимущества и недостатки по сравнению с автоматами для штамповки в ленте. Области применения.

52. Кривошипные прессы и автоматы для горячей объемной штамповки. Классификация. Конструкция. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Графики движения ползунов и номинальные усилия главных исполнительных механизмов.

53. Универсальные кривошипные горячештамповочные прессы простого действия. Диапазон номинальных усилий. Область применения. Технологические особенности по сравнению с паровоздушными штамповочными молотами двойного действия. Конструктивные особенности по сравнению с универсальными листоштамповочными закрытыми однокривошипными вертикальными прессами.

54. Конструкции универсальных и сверхтяжелых кривошипных горячештамповочных прессов простого действия. Особенности основных и частных вспомогательных устройств. Область применения.

55. Классификация кривошипных горячештамповочных прессов. Конструктивные особенности и области применения многопозиционных кривошипных горячештамповочных прессов, кривошипных горячештамповочных прессов для холодного выдавливания, кривошипных горячештамповочных прессов двойного действия. Графики движения ползунов и номинальные усилия кривошипных горячештамповочных прессов двойного действия.

56. Горизонтально-ковочные машины с вертикальным разъемом матриц. Структурная схема. Графики движения ползунов главного исполнительного механизма. Номинальные усилия. Конструкция основных и частных вспомогательных устройств. Области применения. Пружинно-рычажные предохранители: назначение, устройство, работа.

57. Конструктивные и технологические особенности горизонтально-ковочных машин с горизонтальным разъемом матриц по сравнению с горизонтально-ковочными машинами с вертикальным разъемом матриц. Области применения горизонтально-ковочных машин с горизонтальным разъемом матриц. Номинальные усилия.

58. Конструктивные разновидности и области применения автоматов для горячей объемной штамповки.

59. Кривошипные штамповочные машины двойного действия. Структурные схемы. Конструктивные и технологические особенности. Назначение (области применения). Графики движения и номинальные усилия ползунов главного исполнительного механизма. Набор и особенности конструкций ЧВУ прессов двойного действия различного назначения.

60. Классификация кривошипных прессов и автоматов для холодной объемной штамповки. Структурные схемы, устройство и области применения чеканочных прессов и прессов для холодного выдавливания.

61. Классификация, структурные схемы, циклограммы и области применения холодновысадочных автоматов.

62. Классификация, устройство и области применения кривошипных гибочных прессов и автоматов. Понятие о гибочных автоматах с шестерней.

63. Классификация, назначение, конструктивные особенности основных и частных вспомогательных устройств кривошипных прессов и автоматов для разделительных операций.

64. Общая последовательность проектирования и расчета кривошипных прессов. Содержание технического задания, технической характеристики и паспорта кривошипной машины.

65. Понятие о гаммах кузнечно-штамповочного оборудования. Десятичный ряд главных параметров. Принципы его образования и маркировки членов ряда. Принципы маркировки типовых представителей кузнечно-штамповочного оборудования.

66. Соотношения полного (геометрического) подобия кривошипных прессов. Использование этих соотношений при проектировании гамм прессов по прессу-представителю. Перечень параметров, отклоняющихся от соотношений полного подобия. Причины отклонений. Принципы подбора или расчета параметров, не подчиняющихся соотношениями полного подобия.

67. Принцип действия и основные типы винтовых прессов. Кинематическая схема двухдискового винтового фрикционного пресса, его техническая характеристика и область применения.

68. Главный и основные параметры винтовых прессов. Особенности конструкции и работы электровинтовых и гидровинтовых прессов.

69. Винтовой исполнительный механизм пресса. Особенности рабочего хода. Конструкция. Расчет на прочность.

70. Принцип действия и классификация гидравлических прессов. Главный и основные параметры. Области применения.

71. Основные типы гидроцилиндров. Рабочие жидкости и применяемые давления. Уплотнение подвижных соединений.

72. Типы, классификация и основные элементы гидропривода. Особенности расходования энергии в зависимости от типа привода.

73. Принцип действия насосного гидропривода постоянной подачи. Гидравлическая схема. Пути повышения эффективности работы насосного гидропривода.

74. Принцип действия насосно-аккумуляторного гидропривода. Гидравлическая схема. Классификация и конструкция аккумуляторов.

75. Принцип работы гидравлического мультипликатора. Области применения мультипликаторного гидропривода. Гидравлическая схема и режимы работы.

76. Область применения и схема работы одноплунжерного кривошипного насоса простого действия. Диаграмма подачи и выравнивание пульсаций. Рабочие давления.

77. Принцип работы и конструкция радиально-поршневого и аксиально-поршневого насосов. Расчет теоретической подачи. Рабочие давления.

78. Принцип работы и конструкция трехпозиционного золотникового гидрораспределителя, применяемые материалы. Виды управления распределителем.

79. Типы и назначение клапанов в гидросистемах прессов. Гидравлический удар и конструкции компенсаторов гидроударов.

80. Баки, трубопроводы и гидроарматура. Назначение, материалы, конструкции. Уплотнение неподвижных соединений.

81. Расчет гидроцилиндров на прочность. Формулы Ляме. Соотношение размеров цилиндра. Материалы и требования к рабочим поверхностям цилиндра и плунжера.

82. Классификация станин гидравлических прессов. Основные требования к конструкции станин, поперечин, столов.

83. Основные типы гидравлических прессов. Параметры и особенности конструкции в зависимости от назначения.

84. Принцип действия, назначение и классификация молотов. Главный, основной и зависимый параметры. Соотношение ударных масс.

85. Принцип действия, схема, классификация и энергоносители паровоздушных молотов. Режимы работы и КПД.

86. Конструкции ковочных и штамповочных паровоздушных молотов. Шаботные и бесшаботные молоты. Импакторы.

87. Принцип действия, схема и классификация приводных пневматических молотов. Двухцилиндровые молоты двухстороннего действия. Режимы работы, воздухораспределение и КПД.

88. Принцип действия, схема и классификация гидравлических и газогидравлических молотов. Конструкция газогидравлических молотов двойного действия.

89. Принцип действия, схема и классификация высокоскоростных молотов. Конструкции и области применения гидравлических и взрывных молотов.

90. Принцип действия, схема и классификация электрических и электромеханических молотов. Конструкции и области применения.

91. Классификация назначение и конструкции фундаментов молотов. Схемы установки шабота. Перспективы усовершенствования молотов.

92. Классификация и назначение ротационных машин. Главные параметры. Области применения.

93. Классификация и назначение правильных и гибочных машин. Схемы расположения валков. Принцип действия и особенности конструкции машин.

94. Назначение и область применения дисковых ножниц. Конструкции и кинематические схемы одно-, двух- и многодисковых ножниц.

95. Классификация назначение и область применения ковочных вальцов. Особенности конструкции двухопорных и консольных вальцов. Вальцы для поперечно-клиновой прокатки.

96. Машины для ротационного выдавливания, обкатки и раскатки. Назначение, схемы работы и области применения.

97. Назначение, принцип действия и конструкции ротационно-ковочных машин. Радиально-обжимные машины.

98. Назначение, принцип действия и схема работы сферодвижного пресса. Конструктивные особенности и технологические возможности.