

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Набережночелнинский институт (филиал)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

 Д.А. Гаюрский

2019г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ**

Направление подготовки: **15.06.01 Машиностроение**

Направленность (профиль) подготовки: **05.02.09 Технологии и машины обработки давлением**

Высшая инженерная школа  
Кафедра машиностроения

Казань 2019г.

## **1. СТРУКТУРА ЭКЗАМЕНА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Вступительное испытание проводится **в письменной форме** по экзаменационным билетам, включающим **3 вопроса** из разных разделов настоящей программы.

На вступительное испытание отводится **3 часа (180 минут)**.

При оценке знаний поступающего учитываются правильность и осознанность изложения; полнота раскрытия понятий и закономерностей; точность употребления и трактовки терминов; логическая последовательность; самостоятельность ответа; степень сформированности интеллектуальных и научных способностей.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40 баллов.

**Оценка «отлично» (100 – 80 баллов)** выставляется поступающему, который обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоил взаимосвязь основных понятий программы, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.

**Оценка «хорошо» (79 – 60 баллов)** выставляется поступающему, который обнаружил полное знание программного материала, показал систематический характер знаний по программе и способен к их самостоятельному обновлению в ходе предстоящей учебной работы.

**Оценка «удовлетворительно» (59 – 40 баллов)** выставляется поступающему, обнаружил знание основного программного материала в объеме, необходимом для предстоящей учебы, допустил погрешности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно» (39 – 0 баллов)** выставляется поступающему, который обнаружил значительные пробелы в знаниях основного программного материала, допустил принципиальные ошибки и не готов приступить к предстоящему обучению без дополнительной подготовки.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **Раздел 1. Теория обработки металлов давлением.**

**Физическая природа пластической деформации.** Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Механизмы холодной

пластической деформации монокристаллов скольжением и двойникованием. Строение реальных кристаллов. Дефекты кристаллической решетки и их роль в пластической деформации. Деформационное упрочнение при холодной обработке металлов давлением. Дислокационная природа упрочнения, различные теории упрочнения. Кривые упрочнения 1, 2, 3 рода и их применение в решении задач обработки металлов давлением. Реальная прочность металлов. Механизмы вязкого и хрупкого разрушения. Дислокационные модели разрушения. Механизм горячей пластической деформации. Разупрочняющие процессы при повышенных температурах. Механизм рекристаллизации.

**Теория напряжений.** Распределение напряжений. Напряженное состояние в точке и на плоскости. Нормальные и касательные напряжения. Схемы напряженного состояния. Тензор напряжений. Компоненты тензора напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Диаграмма напряжений (круги Мора). Уравнения равновесия для объемного напряженного состояния. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние.

**Теория деформаций и скоростей деформаций.** Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Главные деформации. Интенсивность деформаций. Конечные деформации. Дифференциальные уравнения равновесия. Закон постоянства объема. Связь между напряжениями и деформациями в упругой и пластической области. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на прочность и сопротивление деформированию.

**Условие пластичности.** Физический смысл условия пластичности. Условие пластичности максимальных касательных напряжений (Сен-Венана).

**Разрушение.** Простейшая модель разрушения. Ресурс пластичности. Условия деформирования металла без разрушения. Законы трения в обработке металлов давлением. Факторы трения в обработке металлов давлением.

**Решение задач обработки металлов давлением приближенными методами.** Расчет деформирующих усилий при совместном решении уравнений равновесия и условия пластичности. Определение усилий деформирования методом верхней оценки. Метод линий скольжения. Метод баланса работ. Метод конечных элементов. Уравнение метода конечных элементов.

## **Раздел 2. Технологияковки и объемной штамповки.**

**Исходные материалы и их подготовка дляковки и штамповки.** Слитки. Виды слитков. Дефекты слитков. Коэффициент выхода годного при ковке из слитков различной конструкции. Катаные заготовки. Блюмы,

сортовой прокат, полосовая сталь. Требования, предъявляемые к сталям и сплавам, обрабатываемым ковкой и штамповкой. Физические, химические, механические и технологические свойства материалов для обработки давлением.

**Нагрев металла перед обработкой давлением.** Требования, предъявляемые к нагреву и нагревательным устройствам. Температурный интервалковки и штамповки сталей. Дефекты нагрева. Влияние температуры на пластичность металлов и сплавов.

Режимы нагрева в пламенных кузнечных печах. Использование электрических нагревательных устройств. Термообработка поковок. Способы защиты заготовок от образования окалины.

**Свободная ковка.** Назначение и область применения. Основные и вспомогательные операции свободнойковки. Осадка, вытяжка, протяжка, прошивка, гибка, рубка, обрезка, кузнечная сварка. Уков и степень осадки. Инструмент и приспособления дляковки. Ковочное оборудование. Расчет усилий деформирования, выбор оборудования.

**Горячая объемная штамповка.** Оборудование для горячей объемной штамповки. Разработка технологического процесса. Разработка чертежа поковки и определение массы поковки. Штамповка в открытых штампах. Стадии заполнения ручья при открытой объемной штамповке. Горячая штамповка в закрытых штампах. Требования к заготовкам. Элементы конструкции закрытого штампа. Преимущества и недостатки штамповки в закрытых штампах. Штамповка выдавливанием. Специальные виды горячей объемной штамповки: скоростная штамповка, изотермическая штамповка, штамповка в условиях сверхпластичности, полугорячая штамповка, жидкая штамповка.

**Штамповка на молотах и прессах.** Классификация поковок, штампуемых на молотах. Штамповочные переходы. Предварительные (черновые) и окончательные (чистовые) ручьи. Выбор переходов штамповки для поковок круглых, квадратных и близких к ним в плане. Расчет размеров заготовки при штамповке вдоль оси. Поковки с развитой ступенчатой и сборной частью. Переходы штамповки поковок типа вилок и крестовин. Специальные формовочные переходы. Выбор переходов штамповки для поковок с удлиненной осью. Расчетная заготовка. Эпюра сечений. Элементарная и сложная расчетная заготовка. Способы приведения сложных расчетных заготовок к элементарным. Выбор размеров и формы исходной заготовки. Выбор переходов штамповки для поковок смешанной конфигурации. Особенности построения технологического процесса. Случаи применения специального оборудования: ковочных валцов, растяжных, выкрутных и горизонтально-ковочных машин.

**Холодная объемная штамповка.** Особенности объемной штамповки металлов в холодном состоянии. Требования, предъявляемые к заготовкам. Калибровка заготовок и подготовка поверхности перед холодной объемной штамповкой. Методы холодной объемной штамповки: холодное выдавливание и холодная высадка. Оборудование для холодной объемной

штамповки и холодной высадки. Проектирование технологических переходов штамповки и расчет усилий по переходам. Предварительная и промежуточная термообработка заготовок. Изготовление стандартных изделий методами холодной объемной штамповки. Одно-, двух- и трехударные холодновысадочные автоматы. Преимущества и недостатки холодной объемной штамповки.

### **Раздел 3. Технология листовой штамповки.**

**Исходные материалы для листовой штамповки.** Сортамент, маркировка, технические условия на поставку. Неметаллические материалы для листовой штамповки.

**Разделительные операции.** Классификация разделительных операций. Механизм деформирования. Качество и точность деталей. Расчет технологических усилий разделительных операций. Типы и схемы ножниц. Методы рационального раскроя материала. Способы повышения качества поверхности среза. Оптимальный зазор между пуансоном и матрицей. Штампы для разделительных операций.

**Гибочные операции.** Основные схемы гибки. Напряженно-деформированное состояние при гибке. Расчет размеров заготовки. Определение усилий гибки. Угол пружинения и радиусы закруглений. Гибка с растяжением. Гибка профилей.

**Вытяжка.** Разновидности операций вытяжки. Напряженно-деформированное состояние заготовок. Коэффициенты вытяжки. Расчет размеров исходной заготовки. Определение технологических усилий. Роль смазки при вытяжке. Геометрия инструмента и расчет исполнительных размеров. Анализ брака изделий и методы его устранения.

**Формовка, отбортовка, раздача, обжим, рельефная формовка.** Их характеристики. Проектирование технологических переходов. Расчет усилий деформирования и выбор оборудования.

**Специальные способы штамповки листового материала.** Штамповка резиной и жидкостью. Гидромеханическая вытяжка. Штамповка взрывом и пневмоформовка. Электрогидравлическая и магнитно-импульсная штамповка. Преимущества и недостатки процессов.

### **Раздел 4. Кузнечно-штамповочное оборудование.**

**Классификация кузнечно-прессовых машин.** Классификация по технологическому назначению, по кинематике исполнительного механизма, по конструкции и другим признакам. Прессы общего назначения, вытяжные, гибочные, ковочно-штамповочные и чеканочные прессы. Молоты. Горизонтально-ковочные машины. Прокатные станы. Ковочные вальцы. Специальные виды оборудования.

**Вытяжные прессы.** Прессы двойного и тройного действия. Особенности конструкции и расчет основных узлов и деталей. Расчет станин,

внутреннего и наружного ползунов. Кинематическая схема прессы двойного и тройного действия. Техническая характеристика вытяжных прессов.

**Горячештамповочные кривошипные прессы.** Назначение. Особенности конструкции. Кинематическая схема кривошипного прессы. Кинематические параметры кривошипно-ползунного механизма. Энергетические возможности кривошипных прессов. Расход энергии в приводе за цикл. Системы включения прессов. Отличительные особенности муфт и тормозов. Закрытая высота прессы.

**Горизонтально-ковочные машины.** Основные типы горизонтально-ковочных машин с вертикальным и горизонтальным разъемом матриц. Особенности расчета узлов и деталей. Расчеты станины, рабочего и зажимного ползунов, механизмов привода ползунов, предохранительных устройств. Техническая характеристика ГКМ.

**Гидравлические прессы.** Назначение, принцип действия. Принципиальная конструктивная схема гидравлического привода. Рабочий цикл. Классификация гидравлических прессов по технологическому признаку. Ковочные гидравлические прессы. Следящие системы и вспомогательные механизмы ковочных прессов.

**Молоты.** Классификация молотов. Молоты простого и двойного действия. Шаботные и бесшаботные молоты. Паровоздушные молоты. Пневматические и гидравлические молоты. Принцип действия молота и его общая схема. Фундаменты под молоты. Расчет энергии удара и массы падающих частей молота.

## **Раздел 5. Проектирование машиностроительного производства.**

**Исходные данные для проектирования цеха КШП.** Программа выпуска изделий в натуральном и стоимостном выражении. Номенклатура выпускаемой продукции. Тип производства и режим работы цеха. Нормативная документация по проектированию производства.

**Выбор метода проектирования.** Подетальное, приведенное и укрупненное проектирование. Технико-экономическое обоснование проектных решений.

**Проект цеха.** Состав графической части. Основные расчеты по проекту.

Методика определения состава и количества оборудования, основных и вспомогательных рабочих, производственной и вспомогательной площади. Особенности проекта реконструкции цеха.

**Грузопотоки и транспортные средства.** Расчет и проектирование грузопотоков. Классификация транспорта цеха. Выбор и проектирование мостовых кранов и наземных видов транспорта. Указание транспортных потоков на чертеже планировки цеха.

**Общезаводские и общецеховые службы и устройства.** Организация ремонта оборудования и ремонта штампов. Штампово-инструментальное хозяйство. Учет и паспортизация штампов. Склад штампов, хранение

штампов. Система планово- предупредительных ремонтов оборудования.

**Средства механизации и автоматизации производственных процессов в машиностроении.** Гибкие производственные системы и модули.

### **3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

#### **Основная литература:**

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Машиностроение, 1977.
2. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Металлургия, 1986.
3. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. Металлургия, 1980.
4. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. Машиностроение, 1976.
5. Брюханов А.Н. Ковка и объемная штамповка. Машиностроение, 1975.
6. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология листовой штамповки. Машиностроение, 1989.
7. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Машиностроение, 1979.
8. Живов Л. И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Высшая школа, 1981.
9. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А, Добрынинский Н.С. Кузнечно-штамповочное оборудование. Машиностроение, 1982.
10. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Высшая школа, 1981.
11. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Машиностроение, 1979.
12. Шехтер В.Я. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов. Высшая школа, 1991.
13. Мансуров А.М. Проектирование машиностроительных заводов. Справочник в 6-ти томах. Т.3. Проектирование цехов ОМД и сварочного производства. Машиностроение, 1974.

#### **Дополнительная литература:**

14. Смирнов В.С. Теория обработки металлов давлением. Металлургия, 1973.
15. Бабенко В.А., Бойцов В.В., Волик Ю.П. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. Машиностроение, 1982.
16. Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка. Высшая школа, 1972.
17. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы,

Машиностроение, 1964.

18. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки: Конструирование и расчеты. Машиностроение, 1972.

19. Ланской Е.Н., Банкетов А.Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. Машиностроение, 1966.

20. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. Машиностроение, 1980.

21. Основы теории обработки металлов давлением: учебник / И.И. Иванов, А.В. Соколов, В.С. Соколов и др. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 144 с.

22. Лернер П.С. Инженер третьего тысячелетия. Учебное пособие Академия 2005. 301 с.

23. Панкратов Д.Л., Сосенушкин Е.Н., Ступников В.П., Шibaков В.Г. Автоматизация, робототехника и гибкие производственные системы кузнечно-штамповочного производства: Учеб. Пособие/ Под ред. д.т.н. проф. В.Г. Шibaкова - М.: Машиностроение 2001.-339 с., ил