

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

### Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«18» мая 2022 г



**Кафедра «Машиностроительные технологические комплексы»**

## ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.6.4  
«ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.6 Химические технологии, науки о материалах, металлургия


Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.6.4 Обработка металлов давлением

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.4 Обработка металлов давлением.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.

2. Паспорт научной специальности «2.6.4 Обработка металлов давлением», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.

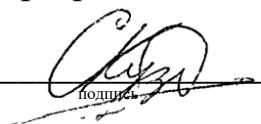
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Машиностроительные технологические комплексы» (МТК)

протокол № 5 от " 12" мая 2022г.

Заведующий кафедрой «МТК»

к.т.н, доц.

  
личная подпись

Кузнецов С.В.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации


  
личная подпись

Трубочкина Е.Л.

«18» мая 2022 г.

расшифровка подписи


дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением» .....	4
3	Дополнительная программа .....	12
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы .....	14



	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

## 1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

- 1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением»;
- 2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

## 2 Программа кандидатского экзамена по специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением», с опорой на дисциплины, связанные с особенностями теории обработки металлов давлением, основами теории процессов обработки металлов давлением и технологий производства продукции методами обработки металлов давлением.

### 2.1 Теория обработки металлов давлением


Основные этапы и направления развития теории обработки металлов давлением.

Деформация сплошной среды. Переменные Лагранжа и Эйлера. Тензоры конечных деформаций. Тензор малой деформации. Девиатор деформации. Инварианты тензора и девиатора деформации. Главные деформации, интенсивность деформаций сдвига.

Течение сплошной среды. Поле вектора скорости. Линии тока и траектории. Тензор и девиатор скорости деформации, их инварианты. Главные скорости деформации, интенсивность скоростей деформаций сдвига. Степень деформации сдвига. Функции тока. Уравнение неразрывности и несжимаемости.

Напряжения. Пластическое состояние. Напряженное состояние. Тензор напряжений, девиатор напряжений и их инварианты. Главные нормальные и касательные напряжения. Напряжения на наклонной площадке. Уравнения связи напряженного и деформированного состояний. Простейшие реологические модели. Условия пластичности. Краевая задача теории пластичности. Методы решения краевых задач.

Физические основы пластической деформации металлов и сплавов. Строение металлов. Анизотропия свойств монокристаллов. Дефекты кристаллического строения металлов. Пластическая деформация монокристаллов. Механизмы деформации.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
СК-ПП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Скольжение. Системы скольжения в кристаллах различного типа (ГЦК, ОЦК, ГПУ). Основы теории дислокаций. Пластическая деформация с позиций теории дислокации.

Температурно-скоростные зависимости характеристик прочности и пластичности монокристаллов.

Пластическая деформация и разрушение поликристаллов. Особенности деформации поликристаллов. Неравномерность деформации. Механизмы деформации и упрочнения поликристаллов. Влияние холодной деформации на структуру и свойства поликристаллов.


Процессы, происходящие при нагреве наклепанного металла: возврат, полигонизация, рекристаллизация. Влияние нагрева на структуру и свойства наклепанного металла. Диаграмма рекристаллизации 1 рода. Горячая деформация поликристаллов. Особенности и механизмы. Механизмы термической пластичности. Влияние горячей деформации на структуру и свойства. Диаграмма рекристаллизации 2 рода. Классификация процессов ОМД по температурным условиям.

Теория подобия в процессах обработки металлов давлением. Тензометрирование и его использование для исследований напряжений, усилий деформирования, перемещений, скоростей и др. Методы исследований деформаций: координатные сетки, линии тока, муаровые полосы. Оптические методы исследований деформаций и напряжений. Исследования деформированного состояния методом твердости, рекристаллизованного зерна и рентгенографическими методами. Границы применимости экспериментальных методов, их точность и чувствительность. Методы планирования экспериментов и обработка экспериментальных данных.

Внешнее трение в процессах ОМД. Физическая природа трения. Виды и законы трения. Зависимость сил трения от температуры, степени и скорости деформирования, давления, физико-химических свойств контактируемых поверхностей и др. факторов. Анизотропия трения. Методы экспериментального исследования трения. Смазки, их свойства, назначение и основные требования к ним.

Сопротивление металлов пластическому деформированию. Сопротивление деформации: определение, влияние степени и скорости деформации, температуры, истории деформирования, внешней среды. Экспериментальные методы определения сопротивления деформации. Аналитические методы определения сил деформации. Метод совместного решения дифференциального уравнения равновесия и уравнения пластичности, методы линий скольжения и характеристик, метод работ, вариационные методы. Сопоставление различных методов расчета сил деформации. Работа и мощность деформации. Тепловыделение в процессе деформации.

Пластичность и разрушение. Пластичность и деформируемость металлов и методы определения. Основные факторы, влияющие на пластичность, схема напряжен-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-ПП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


ного состояния, внешняя среда и др. Виды разрушения при пластической деформации. Феноменологические теории разрушения. Трещины. Теория Гриффитса. Накопление повреждений. Диаграммы пластичности. Деформация металлических материалов в состоянии сверхпластичности.

## 2.2 Основы теории процессов обработки металлов давлением

Теория продольной прокатки на гладкой бочке. Очаг деформации, совокупность параметров, описывающих его геометрию. Условия захвата полосы валками. Трение при захвате и установившемся процессе прокатки. Влияние технологических и конструктивных параметров на условия захвата полосы валками. Анализ скоростей пластического течения в очаге деформации. опережение, отставание, расчетные формулы для их определения. Нейтральный угол. Связь между характеристическими углами. Влияние технологических параметров на величину опережения. Неравномерность уширения в очаге деформации. Влияние формы (геометрии) очага деформации, внешних зон, температуры, условий трения и структурного состояния на величину уширения.

Контактные напряжения при прокатке (плоская задача). Дифференциальное уравнение контактных напряжений. Контактное напряжение в очаге деформации при постоянном значении коэффициента трения. Экспериментальные исследования распределения контактных напряжений и их зависимость от параметров процесса. Распределение деформаций и напряжений в объеме очага деформации в зависимости от фактора формы очага деформации. Силы прокатки и факторы, определяющие его величину. Влияние условий трения, натяжения, ширины полосы и внешних зон на контактное давление. Особенности расчета усилий в зависимости от фактора формы очага деформации. Энергия, затрачиваемая на прокатку, методы определения работы и мощности прокатки. Момент прокатки. Коэффициент плеча равнодействующей и методы его определения. Факторы, влияющие на положение равнодействующей. Температурные условия в очаге деформации. Расчет температуры металла при прокатке.

Теория прокатки в калибрах. Особенности процесса прокатки в калибрах. Аналитическое описание формы калибров, показатель и коэффициент формы. Уравнение постоянства объемов при прокатке в калибрах. Критерий неравномерности распределения обжатий по ширине калибра. Внеконтактная деформация и понятие средней вытяжки в калибрах. Неравномерность деформации при прокатке в калибрах. Зоны затрудненной деформации. Влияние формы калибра и раската на формоизменение и напряженное состояние металла. Расчет уширения в калибрах. Распределение контактных напряжений в очаге деформации. Расчет среднего давления и сил прокатки в калибрах.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-ПП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Радиально-сдвиговая и поперечная прокатка. Кинематические и энергосиловые параметры процесса радиально-сдвиговой прокатки. Принципы построения очага деформации, расчет калибровки валков при больших углах подачи. Поперечная прокатка. Скоростные условия. Угол нейтрального сечения и условия вращения заготовки. Деформационные параметры. Силовые условия. Напряженное состояние металла.

Теория процессов прокатки бесшовных труб. Винтовая прокатка. Особенности процесса, очаг деформации и его параметры. Скоростные условия. Распределение контактных напряжений в очаге деформации. Условия захвата заготовки валками и стабильность процесса. Напряженно-деформированное состояние металла при винтовой прокатке. Энергосиловые параметры процесса.

Теоретические основы процесса редуцирования. Пилигримовая прокатка. Особенности деформации металла. Скоростные условия. Зоны опережения и отставания. Направление сил трения в очаге деформации. Условия захвата металла валками. Энергосиловые параметры процесса.


Холодная периодическая прокатка труб. Схема процесса прокатки на станах ХПТ, ХПТС, ХПТР и особенности пластического формоизменения металла. Напряженно-деформированное состояние металла. Условия захвата металла валками. Скоростные условия. Энергосиловые параметры процесса.

Теория процессов производства сварных труб. Способы формовки трубной заготовки в холодном и горячем состоянии. Напряженно-деформированное состояние металла в процессах непрерывной формовки заготовки в холодном и горячем состоянии. Кинематические условия и энергосиловые параметры при прямошовной формовке. Методы их расчета. Особенности деформации металла в процессах формовки листов на прессах. Распределение напряжений и деформаций по ширине и высоте листов. Определение потребного усилия прессового оборудования. Особенности деформации металла при экспандировании. Определение оптимальной величины экспандирования и потребной мощности.

Теория волочения. Разновидности процесса волочения, деформационные показатели. Напряженно-деформированное состояние металла. Особенности контактного трения при волочении. Расчетные методы определения напряжений и усилия волочения. Предельное и оптимальное значение коэффициента вытяжки при волочении.

Теория прессования. Сущность и разновидности процессов прессования. Закономерности течения металла при прессовании прутков, профилей труб и напряженно-деформированное состояние металла. Температурные условия процессов прессования. Особенности трения при прессовании. Силовые условия процессов прессования.

Теорияковки. Геометрические параметры очага деформации для различных процессовковки, их влияние на распределение напряжений и деформаций при про-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-ПП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

тяжке, осадке, прошивке, разгонке и др. Напряжения и деформации при ковке плоскими, комбинированными и вырезными бойками. Особенности трения на поверхности контакта инструмента с металлом. Скольжение, торможение и застой на поверхности контакта. Зоны деформации при осадке цилиндрических заготовок плоскими бойками. Неравномерность деформации при осадке. Напряженное состояние металла при осадке. Расчет контактных напряжений и усилий при осадке и вытяжке.


Теория штамповки. Объемная штамповка. Характеристика разновидностей объемной штамповки. Напряженно-деформированное состояние в процессах объемной штамповки. Стадии объемной штамповки. Анализ течения металла в штампе. Термомеханические режимы штамповки. Изотермическая штамповка и штамповка в режиме сверхпластичности. Методы расчета деформирующих усилий при объемной штамповке. Листовая штамповка и формовка. Особенности деформирования металла при операциях листовой штамповки (разделительных и формообразующих). Анализ напряженно-деформированного состояния металла в различных процессах листовой штамповки. Методы расчета сил, напряжений и деформаций.

Особенности построения математических моделей процессов ОМД. Моделирование процессов: продольная прокатка на гладкой бочке; прокатка в калибрах; радиально-сдвиговая и поперечная прокатка; винтовая прокатка; пилигримовая прокатка; прокатка сварных труб; холодная прокатка труб; волочение; прессование; ковка; объемная и листовая штамповка.

### **2.3 Технологии производства продукции методами обработки металлов давлением**

Технология прокатного производства. Профильный и марочный сортамент прокатного производства черных и цветных металлов. Способы производства слитков и заготовок. Технология нагрева исходных материалов перед прокаткой и охлаждения после прокатки. Системы вытяжных калибров, их характеристика и методики расчета. Калибровка валков для прокатки блюмов и заготовок простых и фасонных сортовых профилей. Методики расчета калибровки валков прокатного стана, маршрутная схема прокатки. Управление профилем и формой полос. Основные технологические схемы и оборудование для производства полупродукта, крупносортовой, среднесортовой, мелкосортовой стали и катанки, горячекатаного и холоднокатаного листа, гнутых и фасонных холоднокатаных профилей. Особенности производства специальных профилей проката (периодические профили, колеса, бандажки, кольца, шары и т.д.). Совмещенные технологические процессы в производстве листовой и сортовой продукции. Технологические особенности прокатки непрерывнолитого металла. Характеристика качества продукции прокатного производства, схемы технологических процессов отделки исходных материалов и готовой продукции. Контроль




	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-ПП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

качества, способы удаления дефектов. Технологические операции придания дополнительных служебных свойств прокату (термообработка, нанесение покрытий и т.д.). Основы автоматизации технологических процессов. Техничко-экономические показатели производства листовой и сортовой продукции.

Технология производства бесшовных труб. Сортамент и методы испытаний стальных труб. Характеристика основного оборудования и технологий производства трубных заготовок. Режимы нагрева. Виды брака при нагреве, способы его предотвращения и устранения. Характеристика и классификация технологических процессов производства горячедеформированных бесшовных труб. Прошивка заготовок. Раскатка гильз в черновые (передельные) трубы. Калибрование и редуцирование труб. Производство труб на различных трубопрокатных агрегатах. Режимы деформации труб и расчет таблиц прокатки. Расчет калибровки технологического инструмента. Производство труб прессованием. Технология непрерывной безоправочной прокатки труб. Качество бесшовных труб. Техничко-экономические показатели производства бесшовных труб. Технологические схемы и оборудование для производства холоднодеформированных труб. Расчет режимов и маршрутов прокатки труб на станках ХПТ, ХПТС, ХПТР. Методы расчета калибровки инструмента станов холодной прокатки труб. Технология и принципы расчета маршрутов волочения труб. Отделочные операции при холодной прокатке и волочения труб. Качество холоднодеформированных труб.

Технология производства сварных труб. Общая характеристика технологического процесса, основные операции процесса. Подготовка листового металла в сварке. Технология производства труб непрерывной печной сваркой, электросваркой на непрерывных трубоэлектросварочных агрегатах, дуговой сваркой под слоем флюса прямошовных, спиральношовных и многошовных труб. Принципы расчета таблиц прокатки. Основные методы расчета калибровки технологического инструмента трубоформовочного и трубосварочного оборудования. Новые процессы производства сварных труб: электронно-лучевая сварка труб, сварка труб плазменной дугой и др. Качество сварных труб. Техничко-экономические показатели производства сварных труб. Тенденции развития производства бесшовных и сварных труб.

Технология волочильного производства. Сортамент и основные требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых волочением. Технологический процесс и основное оборудование для производства прутков, труб, проволоки, калиброванного металла и фасонных профилей волочением. Основные операции подготовки поверхности заготовки. Влияние параметров технологического процесса производства на формирование показателей качества готовых изделий, методы оценки качества и основные отделочные операции. Современные непрерывные линии подготов-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-ПП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

ки заготовки и отделки готовой продукции. Тенденции развития технологии и оборудования волочильного производства.


Технология прессования. Типовые технологические схемы производства прессованных полуфабрикатов и изделий. Разновидности процесса прессования по условиям контактного взаимодействия заготовки с инструментом, температурным условиям и типу инструмента и инструментальных комплектов. Способы получения прессизделий различных типов. Особенности прессования различных металлов и сплавов. Управление течением металла и свойствами прессизделий. Прессовое оборудование, проектирование технологического инструмента.

Технологияковки. Заготовки для поковки: слитки, непрерывно-литые и прокатанные заготовки, их макростроение (геометрические модели). Нагрев металла перед ковкой; математические модели теплового состояния слитков и заготовок, типы тепловых полей. Основные типы агрегатов дляковки – интегрированные и автоматизированные комплексы, радиально-обжимные машины. Потoki и схемы пластического течения металла при ковке, способы их регулирования. Деформационные возможности металла при ковке, способы их регулирования. Деформационные возможности кузнечного инструмента в создании и преобразовании полей напряжений и деформаций металла и формирования физико-механических свойств металла поковки. Разновидности операцийковки, оборудования и режимы отделки, методы управления и контроля качеством продукции ковочного производства.

Технология объемной штамповки. Сортамент продукции и характеристика исходных заготовок. Технологические процессы объемной штамповки. Расчет технологических параметров. Разработка стадий технологического процесса объемной штамповки. Выбор технологического оборудования. Особенности автоматизации процессов. Отделочные операции и пути повышения качества штампованных поволовок. Особенности эксплуатации штампов, стойкость и применение смазочно-охлаждающих жидкостей. Перспективы развития технологии и оборудования объемной штамповки.

Технология листовой штамповки и формовки. Технологические процессы листовой штамповки и формовки, области применения и классификация изделий. Особенности механизации и автоматизации технологических процессов. Технологическая оснастка: эксплуатация и применение смазочно-охлаждающей жидкостей. Перспективы разработки новых процессов и оборудования.

Специальные технологии производства продукции. Импульсное (высокоскоростное) нагружение в процессах деформирования металлов. Механизмы пластической деформации, температурно-скоростные условия деформации, неравномерность течения металла под действием импульсных нагрузок. Сортамент продукции. Основные технологические операции и оборудование. Производство полуфабрикатов и из-


	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

делий из порошковых материалов методами прокатки, прессования (экструзии), обработки взрывом, аэро- и газостатического прессования. Особенности воздействия давлением на обрабатываемый материал. Температурно-скоростные условия деформации, неравномерность деформаций влияния среды обработки на свойства материала. Производство композиционных материалов (слоистых, волокнистых, дисперсно-упрочненных) с использованием процессов прокатки и прессования. Схемы технологических процессов, анализ напряженно-деформированного состояния материала, силовые параметры процессов. Качество продукции. Материалы, получаемые СВС (самораспространяющийся высокотемпературный синтез) процессом. Основы теории и технологии процесса СВС. Процессы, основанные на совмещении СВС и ОМД: СВС – компактирование, СВС – экструзия, СВС – прокатка, в том числе в вакууме. Основные технологические операции и оборудование.

Основы ресурсо- и энергосбережения в технологических процессах ОМД. Виды производств: листопрокатное, сортопрокатное, трубопрокатное, волочильное, прессовое, кузнечно-штамповочное, специальные. Экологические аспекты в технологических процессах ОМД.

## 2.4 Список литературы

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986. 688 с. (1-е изд.); Екатеринбург: УГТУ – УПИ. 2001. – 836 с. (2-е изд.).
2. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности). Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1980. – 456 с.
3. Тюрин В.А., Мохов А.И. Теория обработки металлов давлением. Под ред. проф. В.А. Тюрин. Учебник для вузов. – Волгоград: РПК «Политехник», 2000. – 416 с.
4. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
5. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. Физические основы пластической деформации. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1982. – 584 с.
6. Физическое металловедение. Учебник для вузов. С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2000. – 534 с.
7. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1980. – 360 с.
8. Потапов И.Н., Коликов А.П., Друян В.И. Теория трубного производства. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1991. – 424 с.
9. Охрименко Я.М., Тюрин В.А. Теория процессовковки. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа. 1977. – 295с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
	СК-РП-15.1-04-22 <span style="float: right;">Факультет подготовки специалистов высшей квалификации</span>

10. Перлин И.Л., Райтбарт Л.Х. Теория прессования металлов. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1975. – 448 с.

11. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1971. – 447 с.

12. Прокатное производство / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, А.А. Королев, Ю.М. Матвеев. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1960. – 966 с. (1-е изд.); 1968 – 676 с. (2-е изд.).

13. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков. М.: Металлургия. 1987. – 367 с.

14. Технология обработки давлением цветных металлов и сплавов. Учебник для вузов / А.В. Зиновьев, А.И. Колпашников, П.И. Полухин и др. – М.: Металлургия, 1992. – 512 с.

15. Технология производства труб. Учебник для вузов / И.Н. Потапов, А.П. Коликов, В.Н. Данченко и др. – М.: Металлургия, 1994. – 528 с.

16. Ковка и штамповка: Справочник. Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / Е.И, Семенов (пред.) и др. - Под ред. Е.И. Семенова. М. Машиностроение. 2010. 568 с.

17. Ковка и штамповка: Справочник. Т.2. Горячая объемная штамповка / Е.И, Семенов (пред.) и др. - Под ред. Е.И. Семенова. М. Машиностроение. 2012. 434 с.


18. Ковка и штамповка: Справочник. Т.3. Холодная объемная штамповка / Е.И, Семенов (пред.) и др. - Под ред. Г.А. Навроцкого. М. Машиностроение. 2014. 384 с.

19. Ковка и штамповка: Справочник. Т.4. Листовая штамповка / Е.И, Семенов (пред.) и др. - Под ред. А.Д. Матвеева. М. Машиностроение. 2016. 544 с.

### 3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.



	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ


Декан ФСВК

\_\_\_\_\_ Р.Ш. Бедретдинов

«\_\_» \_\_\_\_\_


**Дополнительная программа**  
**к кандидатскому экзамену**  
 по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


### Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Дефекты металлического материала и зависимость их накопления от условий пластического деформирования..
2. Механизмы деформации в условиях больших пластических деформаций .
3. Определение степени деформации в условиях сложного (немонотонного) нагружения.
4. Методики оценки изменения дефектности в условиях сожного нагружения.
5. Обобщенные кривые упрочнения и методики их построения.
6. Программное обеспечение оценки изменения структурных параметров в условиях пластического деформирования.
7. Диаграммы рекристаллизации 2-го и 3-го рода, способы их построения.
8. Процесс динамической рекристаллизации и ее стадии.
9. Способ оценки стадий динамической рекристаллизации в условиях горячей дробной деформации.
10. Диаграммы предельной деформации и их зависимость от «жесткости» напряженного состояния.
11. Структурно-кинетическая концепция прочности В.В. Рыбина.
12. Сопротивление усталости и ее зависимость от структурных показателей.
13. Основные структурно-механические показатели деформированного материала, определяющие сопротивление усталости в зависимости от температурных условий деформации.
14. Пластическое деформирование объемного тела и программные продукты, определяющие напряженно-деформированное состояние го материала.
15. Механические схемы деформации, действительгый очаг деформации в условиях пластического деформирования в открытых штампах.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

### Список литературы

1. Новиков, И.И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: учебник для вузов. / И.И. Новиков, К.М. Разин. – М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
2. Шмитт-Томас, К.Г. Металловедение для машиностроения: Справочник / К.Г. Шмитт-Томасъев. – М.: Металлургия, 1995. – 512 с..
3. Смирнов-Аляев, Г.А. Сопротивление металлов пластическому деформированию / Г.А. Смирнов-Аляев. - Л.: Машиностроение, 1978. – 386 с.
4. Макушок, Е.М. Инженерная теория пластичности / Е.М. Макушок и др. - Минск., Наука и техника, 1985, – 288 с.
5. Галкин В.В., Гаврилов Г.Н., Дербенев А.А., Братухин А.В. Инженерные решения оценки механических свойств холоднодеформированных металлических материалов в условиях многоэтапной обработки: монография / В.В. Галкин [и др.]; НГТУ. – Н. Новгород, 2019. –100 с.
6. Галкин, В.В. Применение программного обеспечения для определения механических свойств металлических материалов в условиях многопереходного деформирования / В.В. Галкин, С.А. Манцеров, Л.О. Дудников, Н.А. Огурцов // Заготовительные производства в машиностроении. 2021. Т.19, № 11. – С. 400-407.
7. Ковка и штамповка: Справочник. Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / Е.И, Семенов (пред.) и др. - Под ред. Е.И. Семенова. М. Машиностроение. 2010. 568 с.
8. Горелик, С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С.С. Горелик, С.В. Добаткин, Л.М. Капуткина – М.: МИСИС, 2005. – 432 с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Программа кандидатского экзамена</b>
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

9. Галкин, В.В. Рекристаллизация аустенитной стали X18H10T при дробной горячей деформации / В.В. Галкин, А.Д. Рябцев, Г.Н. Гаврилов, Е.Г. Терещенко, А.В. Вашурин // Вестник машиностроения. 2021. №11. - С.32-38
10. Скуднов, В.А. Предельные пластические деформации металлов / В.А. Скуднов. – М.: Металлургия, 1989. – 176 с.
11. Рыбин, В.В. Большие пластические деформации и разрушение металлов / В.В. Рыбин. – М.: Металлургия, 1986. – 224 с.
12. Терентьев, В.Ф. Усталостная прочность металлов и сплавов / В.Ф. Терентьев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 288 с.
13. Пачурин Г.В., Галкин В.В., Власов В.А., Меженин Н.А. Усталостное разрушение при разных температурах и долговечность штампованных металлоизделий: монография / Г.В. Пачурин [и др.]; под общей ред. Г.В. Пачурина; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. 169 с.
14. Галкин, В.В. Вопросы оценки деформации металла методами математического моделирования и экспериментальных исследований / В.В. Галкин, А.А. Дербенев, Е.Г.Терещенко // Заводская лаборатория. 2014. №6 (том 80). – С. 62-65.
15. Галкин, В.В Изготовление чугуновых поковок круглой формы методом горячей объемной штамповки в открытом штампе на кривошипном горячештамповочном прессе / В.В. Галкин, В.Н. Дубинский, В.А. Коровин // Заготовительные производства в машиностроении. № 2. 2007. – С. 31-33

Научный руководитель

к.т.н., доцент

В.В. Галкин