МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____Д.И. Земцов
« ____»_____ 2016 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки
22.04.02 «Металлургия»

Образовательная программа
«Инновации в металлургии»

Москва 2016

Общие положения

На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), а также расписки в подаче документов (направления из приёмной комиссии).

Перед началом вступительного испытания поступающим сообщается время и место получения информации о результатах испытания. Вступительные испытания проводятся по расписанию, установленной Приемной комиссией Университета машиностроения. Экзаменационные аудитории по каждому направлению подготовки объявляются за 30 минут до начала вступительного испытания.

На вступительных испытаниях не допускается использование дополнительных материалов. Запрещено пользоваться средствами связи.

Перед началом вступительного испытания поступающим сообщается время и место получения информации о полученных результатах. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть удален из аудитории БЕЗ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ. У такого поступающего отбираются все экзаменационные материалы. Фамилия, имя, отчество удаленного из аудитории поступающего и причина его удаления заносятся в протокол проведения вступительного испытания. Поступающий может покинуть аудиторию только сдав все экзаменационные материалы.

При проведении вступительного испытания вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов членами экзаменационной комиссии не рассматриваются. При обнаружении опечатки или другой неточности какого-либо задания вступительного испытания, члены экзаменационной комиссии обязаны отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса некорректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

Цель вступительных испытаний

Вступительные испытания должны определить соответствие уровня теоретических знаний и профессиональных навыков поступающих и требований, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 22.04.02 «Металлургия» и смежными с ним, оценить личной мотивации поступающего к обучению в магистратуре Университета.

Форма вступительных испытаний

Испытание проводится в форме профессионально-ориентированного собеседования.

Целью собеседования является определение готовности и способности поступающего освоить выбранную абитуриентом магистерскую программу.

При собеседовании, также, оцениваются индивидуальные достижения поступающего. Оценка индивидуальных достижений производится на основании предоставленных документов.

В ходе проведения собеседования могут быть затронуты следующие дисциплины:

- «Материаловедения»
- «Металловедение и термическая обработка металлов»
- «Специальные стали и сплавы»
- «Порошковая металлургия»
- «Обработка металлов давлением»
- «Современное металлургическое оборудование»

Баллы	**Критерий выставления оценки**
81-100	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
61-80	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
51-60	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
41-50	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-40	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

По результату вступительного испытания поступающему выставляется оценка от нуля до 100 баллов. Минимальный положительный балл по 100-бальной системе составляет 40 баллов, ниже которого вступительное испытание считается несданным.

Темы для подготовки к вступительным испытаниям

Тема 1. Металловедение и термическая обработка металлов

1.1. Металлическое состояние. Кристаллическое строение металлов

Типы связи в твердых телах. Особенности металлического состояния вещества. Кристаллическое строение металлов. Кристаллографические индексы плоскостей и направлений в кубической и гексагональной решетках. Анизотропия свойств кристаллов. Фазы и фазовые равновесия в металлических сплавах. Твердые растворы замещения и внедрения. Упорядоченные твердые растворы. Промежуточные фазы. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Дефекты кристаллического состояния. Точечные и линейные дефекты.

Дефекты упаковки. Взаимодействие дислокаций и примесных атомов. Границы зерен и субзерен. Малоугловые и высокоугловые границы. Зернограничные дислокации и ступеньки. Взаимодействие границ зерен с примесными атомами. Диффузия в металлах и сплавах. Законы диффузии. Самодиффузия. Механизмы диффузии.

1.2. Строение металлических расплавов и кристаллизация сплавов

Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша. Скорость роста кристаллических зародышей. Формы роста кристаллов. Распределение элементов по сечению дендритного кристалла. Эвтектическая кристаллизация. Строение эвтектических колоний. Влияние скорости кристаллизации на строение сплавов. Металлические стекла. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Зональная и местная ликвация. Неметаллические включения и газы в слитке. Влияние неметаллических включений на механические и физические свойства сплавов.

1.3. Фазовые превращения в твердом состоянии. Основы термической обработки

Классификация видов термической обработки. Гомогенизационный отжиг. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиги отдых. Полигонизация, первичная и собирательная, вторичная рекристаллизация. Фазовые переходы I и II рода. Полиморфные превращения. Принцип структурного и размерного соответствия. Сдвиговое и нормальное превращения. Фазовые превращения при нагреве. Рост зерна. Структурная наследственность. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения. Строение перлита. Диаграммы изотермических превращений. Термокинетические диаграммы. Закалка без полиморфного превращения. Изменение структуры и свойств при закалке. Закалка на мартенсит. Термодинамика, механизм и кинетика мартенситного превращения. Микроструктура и субструктура мартенсита. Бейнитное превращение. Механизм и кинетика бейнитного превращения. Строение бейнита. Изотермическая закалка. Старение. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание. Отпуск. Изменение микроструктуры и фазового состава при отпуске сталей. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

1.4. Термомеханическая обработка

Структурные изменения при горячей деформации. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка. Элементарные процессы при химико-термической обработке: образование активных атомов диффундирующего элемента, адсорбция, диффузия. Насыщающие среды.

Структура диффузионных слоев. Связь строения диффузионного слоя с диаграммой состояния. Образование диффузионного слоя при диффузии нескольких компонентов. Азотирование, цементация, нитроцементация, алитирование, хромирование, борирование, сульфидирование, силицировапие. Принципы выбора термической обработки после химикотермической обработки. Технология термической обработки. Современное оборудование для термической и химико-термической обработки сталей и цветных сплавов. Способы достижения высоких скоростей нагрева и охлаждения изделий при термической обработке. Внутренние напряжения и деформация изделий при термической обработке. Нагрев при термической обработке изделий в защитных средах и вакууме.

1.5. Упругая и пластическая деформация. Разрушение

Диаграммы деформации моно- и поликристаллов. Системы скольжения. Деформационное упрочнение: влияние на него температуры и скорости деформации. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз (когерентных и некогерентных). Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Природа хладноломкости металлов с ОЦК-решеткой. Строение изломов. Жаропрочность. Стадии ползучести. Релаксация напряжений. Длительная прочность. Влияние состава и структуры сплавов на жаропрочность. Усталостная прочность. Механизм усталости. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Контактная усталость.

1.6. Современные методы исследования и контроля структуры и свойств металлов.

Методы изучения микроструктуры. Световая микроскопия. Методы количественной металлографии. Электронная микроскопия. Рентгеноструктурный и электронографический анализ. Микрорентгеноспектральный анализ. Локальный анализ состава по электронным спектрам. Методы измерения механических и физических свойств. Основные принципы дефектоскопии металлов. Магнитная, ультразвуковая и другие методы дефектоскопии. Математическая обработка экспериментальных данных. Основы математического планирования эксперимента. Планы первого порядка.

1.7. Промышленные сплавы. Основы легирования, термической обработки. Свойства, области применения.

Углеродистая сталь, «кипящие», «полуспокойные» и «спокойные» стали. Низколегированные стали повышенной прочности. Конструкционные поверхностно-упрочняемые стали. Штамповые стали для горячей и холодной штамповки. Инструментальные стали для режущего и измерительного инструмента. Быстрорежущие стали. Твердые сплавы. Жаропрочные стали. Нержавеющие стали. Окалиностойкие стали. Чугуны. Модифицирование чугунов. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Никель и его сплавы. Магний и его сплавы. Сплавы на основе тугоплавких металлов. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Сплавы на основе благородных металлов. Сплавы с особыми физическими свойствами.

Тема 2. Обработка металлов давлением

2.1. Теория пластичности

Матрица тензора напряжений (деформаций). Компоненты тензора напряжений. Варианты представления тензора деформаций. Математическая постановка краевых задач определения НДС. Уравнения статики. Геометрические уравнения. Парадоксальность теории пластичности как научной дисциплины. Условие пластичности. Методы решения задач теории пластичности. Экстремальные принципы механики при решении задач теории пластичности.

2.2. Теория обработки металлов давлением

Возможные дефекты при прокатке заготовки прямоугольного сечения в полосу клиновидного сечения. Формообразование и формоизменение при ОМД. Необходимые условия и результаты процесса формообразования при сварке давлением. Поверхностная пластическая деформация металла. Необходимые условия и результаты процесса свойствоизменения при ОМД. Использование метода совместного решения приближенных уравнений равновесия и уравнения пластичности при исследовании напряженно-деформированного состояния металла в процессах ОМД. Механическая схема деформации металла при осадке полосы неограниченной длины. Условие пластичности при осадке полосы неограниченной длины. Феномен теории разрушения металлов В.Л. Колмогорова. Экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния металла при ОМД. Влияние формы очага деформации на формоизменение металла в различных направлениях при прокатке. Предельные условия захвата и установившегося процесса прокатки. Мероприятия по улучшению захватывающей способности валков. Влияние технологических факторов на контактное трение при прокатке.

Экспериментальное определение средних сил трения и коэффициента трения при прокатке. Теоретическое и экспериментальное определение усилия прокатки. Факторы, влияющие на среднее контактное давление и усилие прокатки. Влияние технологических факторов на момент прокатки и расход энергии. Способы расчёта и измерения крутящего момента и расхода энергии.

2.3. Основы оборудования прокатных цехов

Схемы главной линии прокатного стана. Классификация и область применения прокатных клетей по количеству валков. Основные конструктивные элементы рабочего валка. Параметры, которыми характеризуется типоразмер стана. Сортамент прокатной продукции. Установки ускоренного охлаждения толстолистового проката, их назначение и типы. Классификация прокатных станов по расположению рабочих клетей. Понятие непрерывной прокатки. Особенности прокатки полос на непрерывном стане. Классификация прокатных станов по назначению. Подшипники качения для прокатных валков и область их применения. Механизмы установки валков, их назначение и разновидности. Механизмы уравновешивания верхних валков, их назначение и разновидности. Валковая арматура, ее назначение и типы валковой арматуры. Типы станин рабочих клетей, их основные конструктивные элементы. Область применения станин различного типа. Шпиндели, их назначение и типы. Назначение шестеренной клети и конструктивное ее исполнение. Жесткость клети и ее аналитическое и экспериментальное определение. Влияние жесткости клети на точность размеров проката. Определение продольной разнотолщинности и способы ее уменьшения. Определение поперечной разнотолщинности и способы ее уменьшения. Способы гидромеханического регулирования прогиба валков.

2.4. Основы технологии процессов ОМД

Основы технологии процесса производства канатной катанки. Основы технологии процесса производства мелкосортной стали. Основы технологии процесса производства среднесортной продукции. Основы технологии процесса производства крупного сорта. Основные схемы производства крупногабаритных листов. Назначение крупногабаритных толстых листов и требования к их качеству. Расположение оборудования в технологической системе производства толстых листов. Особенности режимов прокатки крупногабаритных листов. Мероприятия по обеспечению заданных свойств крупногабаритных листов. Требования к качеству крупногабаритных листов для сварных труб. Назначение широкополосной горячекатаной стали и основные требования к ее качеству. Технологические основы процесса производства на ШСГП. Основные способы и значение операций передачи раската от черновой группы ШСГП к чистовой. Основные способы обеспечения заданных свойств широкополосной стали в процессе горячей прокатки. Основы создания технологических систем для производства широкополосной горячекатаной стали. Назначение конструкционной холоднокатаной листовой стали и особенности требований к

ее качеству. Назначение жести и особенности требований к ее качеству. Основы компоновки современных станов холодной прокатки. Варианты современных способов рекристаллизационного отжига холоднокатаной стали. Назначение и варианты дрессировки холоднокатаной листовой стали.

Тема 3. Порошковая металлургия

Раздел 3.1. Методы получения порошков

Значение порошковой металлургии. История развития порошковой металлургии. Основные технологические схемы производства спеченных материалов. Классификация методов получения порошков. Механические методы получения порошков. Производство порошков измельчением твердых металлов и распылением жидких металлов и сплавов методами газового, жидкостного и центробежного распыления. Физико-химические основы процессов, оборудование, достоинства и недостатки различных методов, области использования. Методы получения аморфных и нанопорошков механическими методами. Получение металлических порошков методом восстановления оксидов металлов твердым и газообразным восстановителем. Физико-химические основы процессов. Практика получения порошков железа, вольфрама, титана. Физико-химические методы получения нанопорошков. Производство металлических порошков электролизом водных растворов и расплавленных сред. Производство порошков методом термической диссоциации карбонильных соединений. Физико-химические основы процессов, практика получения порошков. Свойства металлических порошков и методы их контроля.

Раздел 3.2. Формование и спекание металлических порошков

Подготовка порошков. Закономерности процесса уплотнения порошков в стальной пресс-форме. Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности от давления прессования. Распределение плотности по объему брикета. Потери давления на трение. Упругое последействие. Прессование со смазкой. Брак при прессовании. Горячее изостатическое прессование. Инжекционное прессование. Лазерная формование. Практика прессования. Прессы и пресс-формы. Варианты формования металлических порошков: горячее, изостатическое, динамическое, импульсное, вибрационное, прокатка, шликерное литье. Особенности процессов, аппаратурное оформление. Основные закономерности процесса спекания в твердой фазе. Роль поверхностной и объемной диффузии. Усадка при спекании. Влияние технологических параметров на процесс спекания и свойства спеченных изделий. Особенности спекания многокомпонентных систем. Влияние гетеродиффузии на процесс усадки. Основные закономерности процесса спекания многокомпонентных систем в присутствии жидкой фазы, исчезающей и присутствующей до конца изотермической выдержки при нагреве. Кинетика усадки. Факторы, влияющие

на плотность и зернистость сплавов. Пропитка как разновидность жидкофазного спекания. Физико-химические основы и закономерности процесса пропитки. Практика процессов спекания. Атмосфера спекания, печи спекания, брак при спекании.

Раздел 3.3. Спеченные материалы с особыми свойствами

Классификация спеченных материалов. Спеченные пористые подшипники и фильтры. Основные составы. Технология получения. Физические, механические и эксплуатационные свойства. Антифрикционные и фрикционные материалы. Основные принципы работы. Структура и свойства твердых смазок. Технология изготовления, свойства, области применения и перспективы развития. Спеченные электротехнические материалы: для скользящих и разрывных электрических контактов, магниты. Особенности работы, виды износа. Физико-химические основы и технология производства, области применения. Спеченные твердые сплавы, их классификация. Технологическая схема получения, свойства, области применения. Конструкционная керамика. Характеристика исходных материалов. Технологические варианты получения. Нанесение керамических покрытий. Свойства, области применения. Жаропрочные спеченные материалы: дисперсно-упрочненные и волокнистые. Особенности технологии, основные свойства и области применения.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Гуляев А.И. Металловедение. - М.: Металлургия, 1996. - 424 с.
2. Новиков И.И., Золотаревский В.С., Портной В.К., Белов Н.А., Ливанов Д.В. и др. Металловедение в 2-х т.. - М.: МиСиС, 2009. - 524 с.
3. Металловедение :Учебник. В 2-х т. И.И. Новиков и др./Под ред.В.С Золотлревского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.
4. Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюнин В.М.,Гаврилюк В.С., Соколов В.С. и др. Материаловедение и технология металлов М.:Высшая школа. 2002. 638с.
5. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов М.:Металлургия.-1981. 467 с.
6. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.:Высшая школа. 1990. 184 с.
7. Марочник сталей и сплавов/ под ред. Сорокина В.Г. 1989.
8. Васильева В.В. Композиционные материалы: Справочник. 1990.
9. Обработка металлов давлением: учебное пособие для вузов/ Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С.– М.: МГВМИ, 2006. – 424 с.
10. Физические основы пластической деформации: учебное пособие/ Дмитриев А.М.– М.: МГТУ "МАМИ", 2002. – 76 с.
11. Обработка давлением металлических материалов: учебное пособие для вузов/ Кохан Л.С., Коростелев А.Б., Роберов И.Г., Мочалов А.Н. – М.: МГВМИ, 2009. – 518 с.

12. Ковка и штамповка: справ.: в 4 т. Т. 1. Материалы и нагрев. 2-е изд., перераб. и доп.: / под ред. Е.И. Семенова. - М. : Машиностроение, 2010. – 718 с.
13. Ковка и штамповка: справ.: в 4 т. Т. 2. Горячая объемная штамповка. 2-е изд., перераб. и доп.: / под ред. Е.И. Семенова. - М. : Машиностроение, 2010. – 720 с.
14. Ковка и штамповка: справ.: в 4 т. Т. 3. Холодная объемная штамповка. Штамповка металлических порошков. 2-е изд., перераб. и доп.: / под ред. А.М. Дмитриева. - М. : Машиностроение, 2010. – 350 с.
15. Ковка и штамповка: справ.: в 4 т. Т. 4. Холодная объемная штамповка. Штамповка металлических порошков. 2-е изд., перераб. и доп.: / под ред. С. С. Яковлева. - М. : Машиностроение, 2010. – 732 с.
16. Листовая штамповка: учебное пособие для вузов / Феофанова А.Е. — М.: МГТУ "СТАНКИН" – 2005. — 80 с.
17. Теория прокатки: Справочник/ А.И.Целиков, А.Д.Томленов, В.И.Зюзин и др. М.: Металлургия, 1982. – 335с.
18. Проектирование современных конструкций валков прокатных станов: монография/ Кохан Л.С., Коростелев А.Б., Белелюбский Б.Ф., Шульгин А.В., Мочалов А.Н. – М.: МГВМИ, 2011. – 248 с.
19. Силовые и кинематические параметры продольной листовой прокатки: монография/ Кохан Л.С. [и др.].– М.: МГВМИ, 2012. – 432 с.
20. Обработка давлением металлов и заготовок из скомпактированных спеченных металлических порошков: монография / Кохан Л.С., Коростелев А.Б., Роберов И.Г., Мочалов А.Н. М.: МГВМИ, 2008. – 256 с.
21. Технология получения продукции из разнородных порошков прокаткой: Уч. пос. / Кохан Л.С., Шульгин А.В., Белелюбский Б.Ф. — М.: МГВМИ. – 2013. — 92 с.
22. Совершенствование теоретических методов расчета прочностных свойств электроконтактных изделий из металлов, сплавов и порошковых металлических заготовок: монография / Кохан Л.С., Алдунин А.В. Шульгин А.В. — М.: ВИНИТИ – 2014. — 157 с.
23. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1987. - 480 с.