

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель председателя приемной  
комиссии в аспирантуру

  
Д. А. Тажурский  
«23» 10 2024 г.



**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания по специальности**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации

**Тип образовательной программы:** программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Научная специальность:** 2.6. 3 Литейное производство

**Форма обучения:** очная

2023 г.

## **1. Общие указания**

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, реализуемых в институте по научной специальности – 2.6.3 Литейное производство.

Цель вступительного экзамена по научной специальности – 2.6.3 Литейное производство определить уровень общей личностной культуры, профессиональной компетентности, теоретической подготовленности, установить глубину профессиональных знаний, уровень подготовленности поступающего в магистратуру к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области теории и практики проектирования режущего инструмента, станков, комплектующих агрегатов и другой технологической оснастки.

**Задачи** вступительного экзамена:

- выявить уровень знаний общих концепций процессов литейного производства;
- выявить уровень общих знаний методологических вопросов теории формирования отливки;
- выявить уровень знаний перспективных материалов и современных технологий литья;
- определить готовность ставить и решать научно-технические задачи.

## **2. Порядок проведения вступительных испытаний**

**Форма сдачи экзамена** – письменно;

**продолжительность экзамена** - 3 часа (180 минут);

**количество вопросов в билетах** – 5.

## **3. Критерии оценивания**

Ответ оценивается по 100-бальной системе.

Ответ оценивается на 80-100 баллов – «отлично», если поступающий в аспирантуру уверенно и свободно владеет теоретическим материалом не только в рамках заданного минимума, представляет проблемы литейного производства, знает современные достижения технологии и оборудования литейного производства, в ходе логических рассуждений приходит к правильному решению задачи.

Ответ оценивается на 60-79 баллов – «хорошо», если поступающий в аспирантуру хорошо владеет теоретическим материалом в рамках заданного минимума, в ходе решения задач допускает не более двух ошибок.

Ответ оценивается на 40-59 баллов – «удовлетворительно», если поступающий знает материал в пределах заданного минимума, при ответе на вопрос допускает не более четырех ошибок

Ответ оценивается меньше 40 баллов и считается «неудовлетворительным», если поступающий в аспирантуру не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки при ответе на вопрос, не может ответить на дополнительные вопросы.

#### 4. Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Содержание раздела (модуля)
1	Теоретические основы литейного производства	Роль советских ученых в развитии теории и технологии литейного производства. Техничко-экономические показатели производства литых изделий. Современное состояние и основные тенденции развития литейного производства в России и зарубежных странах. Теоретические основы процессов плавки. Свойства металлов и сплавов в твердом и жидком состоянии, определяющие условия плавки (плотность, температура плавления, давление пара, вязкость и др.) Структура металлических расплавов. Термодинамические особенности процессов плавления. Металлохимические свойства элементов. Основные термодинамические константы. Термодинамические функции в расчетах металлургических процессов. Кинетика гетерогенных металлургических реакций. Взаимодействие металлов и сплавов с газами. Газонасыщение и газовыделение. Влияние температуры и давления. Системы металл-водород, металл-кислород, металл-водяной пар. Азот в жидком железе. Взаимодействие металлических расплавов с футеровкой плавильных и раздаточных печей, с материалами плавильных тиглей. Защита металлических расплавов от взаимодействия с воздушной средой. Плавка в защитной или инертной атмосфере, вакуумная плавка. Применение шлаков, флюсов, защитных покровов. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основы теории шлаковых расплавов. Свойства жидких шлаков. Диссоциация. Свойства конденсированных фаз. Температурная функция прочности соединений. Особенности диссоциации оксидов. Прочность оксидов. Углерод, кремний, марганец, сера и фосфор в жидком железе. Тепловые и физико-химические основы плавки чугуна в различных плавильных агрегатах. Пути и методы интенсификации процесса плавки чугуна. Рафинирование расплавов от растворенных примесей и газов. Способы дегазации и раскисления. Фильтрация расплавов. Модифицирование 1-го и 2-го рода. Термовременная обработка расплава. Экологические проблемы при плавке и обработке расплава в жидком состоянии и заливке.
2	Теория формирования отливки	Понятие о качестве отливки. Основные закономерности формирования свойств отливки. Теплообмен между отливкой и формой. Тепловые свойства литейных сплавов и материала форм и стержней. Математические модели теплового взаимодействия отливки и формы. Расчет затвердевания и охлаждения литейных сплавов в форме. Влияние конфигурации отливок и технологических факторов литья

		<p>на кинетику затвердевания и охлаждения отливок. Управление тепловыми процессами. Моделирование тепловых процессов на ЭВМ в целях отработки технологии. Гидравлические процессы при заполнении формы. Основные законы гидравлики. Металлические расплавы как жидкости. Способы заполнения литейных форм Назначение литниковых систем, их конструкции, процессы, происходящие в литниковых системах. Типы литниковых систем. Проектирование и расчет литниковых систем. Управление процессом заполнения форм. Жидкотекучесть сплавов, влияние металлургических и технологических факторов на жидкотекучесть литейных сплавов и качество отливок. Кристаллизационные процессы. Термодинамика зарождения и роста центров кристаллизации. Равновесная и неравновесная кристаллизация сплавов, ее причины и последствия. Влияние скорости охлаждения на процесс кристаллизации. Ликвация, неметаллические включения, газы и газовые дефекты в отливках. Влияние состава, технологических и конструктивных факторов на развитие ликвационных процессов. Основные методы ограничения развития ликвационных процессов. Влияние металлургических и технологических факторов на характер литой макро- и микроструктуры отливок. Управление кристаллизационными процессами. Способы уменьшения и устранения дефектов в отливках. Усадочные процессы. Физическая природа усадки. Усадочная пористость. Влияние технологических факторов и состава сплавов на формирование усадочных раковин. Прибыли и их классификация. Основы расчета прибылей. Регулирование работы прибылей и организация питания отливок. Трехмерное моделирование процессов затвердевания для оценки правильности разработанной технологии изготовления отливок. Усадочные деформации отливок. Горячие и холодные трещины. Теоретические основы процесса образования трещин влияние состава, технологических и конструктивных факторов на процесс формирования трещин. Способы предохранения отливок от трещин. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений. Методы исследования и количественной оценки остаточных напряжений, Технологические средства снижения уровня остаточных напряжений в отливках. Релаксация напряжений. Способы предохранения отливок от коробления. Режимы термической обработки для снижения напряжений.</p>
3	Режущий инструмент	<p>Роль и значение режущих инструментов в металлообработке. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента. Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки. Методы крепления и базирования. Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке. Стандартизация и сертификация режущих инструментов. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента. САПР режущего инструмента. Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-</p>

		<p>модулях.</p> <p>Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств.</p> <p>Перспективы развития конструкции режущих инструментов.</p>
4	Теория и технология литья в песчаные формы	<p>Требования, предъявляемые формовочным материалам. Физико-химические, механические и технологические свойства формовочных и стержневых смесей. Методы определения. Кварцевые формовочные пески, их минералогический состав. Классификация формовочных песков по содержанию глины, примесям и зерновому составу. Методы испытания. Формовочные глины, минералогический состав и их строение. Классификация глин и методы испытания. Выбор глин в зависимости от назначения смеси. Факторы, определяющие связующую способность глин. Классификация формовочных и стержневых смесей. Формовочные смеси для сырых и упрочненных форм. Формовочные и стержневые смеси с тепловым и химическим упрочнением. Технологические свойства смесей. Критерии выбора смесей при разработке технологии. Физико-химические и технологические особенности упрочнения смесей с неорганическими и органическими связующими. Теоретические основы процессов холодного отверждения смесей с синтетическими смолами) Теория формирования прочности смесей синтетическими смолами. Теория формирования прочности смесей с жидким стеклом. Физико-химические процессы при отверждении смесей с цеменатами и фосфатами. Пластичные и жидкие ХТС с жидким стеклом. Физико-химические принципы получения жидких самотвердеющих смесей (ЖСС). Методы испытаний свойств ХТС и ЖСС. Виды ЖСС и области их использования. Реологические свойства ЖСС и ХТС. Смеси для изготовления форм с тепловой сушкой и поверхностной подсушкой. Технология приготовления формовочных и стержневых смесей. Регенерация формовочных и стержневых смесей и ее разновидности: гидравлическая, механическая, термическая, термомеханическая, пневматическая и др. Требования к модельно-литейной оснастке. Ее элементы, конструкция и назначение. Модели, стержневые ящики, подмодельные плиты, стержневые плиты, драйеры, опоки. Классификация модельных комплектов. Выбор материалов для их изготовления. Разработка технологического процесса изготовления отливок. Определение линии разъема формы, количества стержней. Припуски на усадку и механическую обработку, литейные уклоны. Конструкции деревянных модельных комплектов. Классы точности и прочности. Выбор древесных пород для изготовления модельных комплектов. Предварительная обработка древесины. Инструмент и оборудование, используемое для изготовления модельных комплектов. Типы модельных заготовок, способы их соединения. Отделка моделей и стержневых ящиков. Унификация модельных заготовок и нормализация однотипных моделей и стержневых ящиков. Металлические и полимерные модельные комплекты. Влияние способа изготовления, числа съемов формы и стержней на конструкцию и материал моделей и стержневых ящиков. Технология изготовления металлических модельных комплектов. Типы заготовок. Способы обработки. Классификация способов изготовления литейных форм основные приемы ручной формовки. Формовка в почве, кессонах и жакетах. Фор-</p>

		<p>мовка в парных опоках что неразъемной и разъемной моделям. Формовка в нескольких опоках. Изготовление отливок в стержнях. Анализ операций технологического процесса изготовления форм с позиции их механизации и автоматизации. Машинная формовка. Способы уплотнения литейных форм: прессование верхнее, нижнее; встряхивание, уплотнений Пескометом. Их сравнительный анализ. Способы удаления модели из формы. Влияние способа удаления на точность операции. Виды машинной формовки. Формовка в парных опоках, стопочная формовка, безопочная формовка с вертикальной плоскостью разъема. Импульсная и вакуумная формовка. Изготовление стержней. Классы сложности стержней, их влияние на выбор типа стержневой смеси и технологию изготовления стержня. Изготовление стержней пескодувным, пескострельным методами по холодной и нагреваемой оснастке. Преимущества упрочнения стержней в оснастке. Изготовление стержней и форм с тепловой сушкой. Изготовление стержней из ЖСС и ПСС. Сборка и заливка литейных форм. Расчет усилий, действующих на форму при заливке ее металлом. Литейные ковши. Возможности механизации и автоматизации операций сборки и заливки. Автоматические заливочные устройства. Дозирование металла. Определение времени охлаждения отливки в форме, в том числе по результатам моделирования на ЭВМ. Выбивка и очистка литья. Схемы выбивки опок. Удаление стержней из отливок, механические и гидравлические методы. Способы очистки поверхности удаления заливок. Возможности механизации и автоматизации отдельных операций. Термическая обработка отливок.</p>
5	Технология специальных видов литья	<p>Классификация, характерные особенности и область применения специальных видов литья, их преимущества и недостатки.</p> <p>Кокильное литье. Области применения. Особенности формирования структуры и свойств отливок при литье в кокиль черных и цветных сплавов. Особенности подготовки форм при литье в кокиль. Подвод металла в питание отливок. Основные виды дефектов кокильного литья и методы их предотвращения. Литье в облицованные кокили.</p> <p>Литье под давлением. Область применения. Особенности формирования структуры и свойств отливок при литье под давлением. Машины с холодной и горячей камерой сжатия. Литье методом выжимания.</p> <p>Центробежное литье. Гидродинамические особенности центробежного литья. Давление металла в форме. Особенности процесса затвердевания отливки в поле центробежных сил. Особенности формирования моно- и биметаллических заготовок. Ликвационные явления при центробежном литье. Удаление неметаллических включений и газов. Усадочные явления. Макро- и микроструктура отливок. Явление полосчатости. Гравитационный коэффициент. Механические свойства металла центробежных заготовок. Особенности технологии получения крупных толстостенных и фасонных заготовок. Теплоизоляционные покрытия изложниц, методы их нанесения. Флюсы, применяемые при производстве центробежного литья, и их назначение.</p> <p>Непрерывное литье. Теоретические основы непрерывного литья. Его преимущества и недостатки. Электрошлаковое литье. Сущность метода электрошлакового литья.</p> <p>Литье по выплавляемым моделям. Области применения. Технологи-</p>

		<p>гический процесс изготовления моделей и форм. Литниковые системы. Подготовка форм под заливку. Сплавы, применяемые для литья по выплавляемым моделям.</p> <p>Другие виды литья. Литье по выжигаемым моделям, литье в оболочковые формы, литье в вакуумированные и магнитные формы. Литье выжиманием Особенности каждого процесса.</p>
6	Технология производства отливок из чугуна	<p>Применение чугуна в машиностроении и других отраслях народного хозяйства. Характеристика чугуна как конструкционного и литейного материала. Номенклатура чугунов, используемых для изготовления отливок: серый чугун с пластинчатым графитом, ковкий чугун, высокопрочный чугун, легированные чугуны со специальными свойствами. Основные отличия эксплуатационных и литейных свойств этих групп чугунов. Области применения, ГОСТы на отливки из чугуна. Особенности технологического процесса изготовления чугунных отливок. Связь механических свойств чугуна с химическим составом и скоростью охлаждения. Кристаллизация и структурообразование чугунов. Основы теории кристаллизации чугуна по стабильной и метастабильной системам. Современные представления о кристаллизации и формообразовании графита. Гипотезы и теоретические представления о возможной роли межфазной энергии, переохлаждения, адсорбционных и дислокационных явлений при формообразовании графита. Влияние состава, физических и физико-химических факторов на структурообразование и графитизацию чугуна. Влияние основных компонентов чугуна. Влияние степени перегрева, выдержки и скорости охлаждения. Влияние инокулирующих присадок. Структурные диаграммы для серого, белого, половинчатого и высокопрочного чугуна при литье в песчаные и металлические формы. Методы их построения. Механические свойства и конструкционная прочность чугуна с графитом различной формы. Современные методы оценки механических свойств. Основы линейной механики разрушения. Влияние состава, структуры, размера зерна, количества, характера распределения неметаллических включений и содержания газов. Влияние масштабного фактора на механические свойства чугуна. Механические свойства при повышенных и низких температурах. Серый, ковкий, высокопрочный чугуны, чугун с вермикулярным графитом, синтетические чугуны. Легированные чугуны с высокими параметрами специальных свойств. Теоретические основы легирования. Основные легирующие компоненты и их влияние на термодинамику и кинетику структурообразования. Классификация по составу, назначению, структуре. Жаростойкие чугуны, теоретические основы процесса окисления металлов. Рост чугуна при термоциклировании. Изменения структуры свойства чугуна при длительной выдержке в области высоких температур. Коррозионно-стойкие чугуны. Износостойкие и антифрикционные чугуны. Основы теории трения и изнашивания металлов. Ударно-абразивное изнашивание, зависимость износостойкости от твердости чугуна. Жаропрочные, немагнитные и другие виды чугунов со специальными свойствами. Методы оценки специальных свойств. Особенности технологии плавки и модифицирования легированных чугунов. Технологические свойства чугуна. Характеристика, методы исследования и качественной оценки основных параметров технологических свойств чугунов: жидкотекучести, линейной усадки, склонности к ликвации и трещинообразованию. Связь литейных свойств с процессами кристал-</p>

		<p>лизации и графитообразования. Плавка чугуна. Теоретические основы плавки чугуна. Современные тенденции в развитии методов плавки чугуна. Принцип выбора плавильных агрегатов. Влияние технологии плавки на свойства жидкого чугуна и качество металла в отливках. Плавка чугуна в вагранке. Особенности плавки в коксовых, коксогазовых и газовых вагранках на холодном и подогретом дутье. Особенности основного и кислого процессов. Современные методы интенсификации плавки. Плавка чугуна в электропечах. Металлургические процессы при плавке в электропечах. Основы плазменной, электронно-лучевой и электрошлаковой плавки. Особенности плавки синтетического чугуна на стальных отходах, металлургических окатышах и др. Технологические особенности дуплекс-процессов. Типы печей для электроплавки чугуна и их особенности. Техничко-экономические показатели. Модифицирование чугуна. Теоретические основы модифицирования. Модифицирование чугуна для получения различных форм графита. Модифицирование чугунов с пластинчатым графитом. Модифицирование ковких чугунов. Модифицирующие присадки для получения заданной структуры, принцип их действия. Технология модифицирования чугуна различными присадками. Оборудование, применяемое для модифицирования чугунов. Теоретические и технологические основы суспензионной заливки. Контроль качества отливок. Исправление дефектов. Термическая обработка отливок.</p>
7	Технология производства отливок из стали	<p>Плавка стали. Классификация процессов и способов плавки сталей. Шихтовые материалы. Физико-химические и технологические особенности плавки углеродистых сталей в мартеновских, электрических дуговых, индукционных печах и вакуумных печах. Конвертерные процессы. Внепечное вакуумирование. Применение и технико-экономические показатели плавки в мартеновских и электрических печах и в конвертерах. Управление плавкой. Раскисление, десульфурация и дефосфорация сталей. Рафинирование стали синтетическими шлаками. Электрошлаковый переплав. Непрерывная плавка стали. Плавка в плазменных печах. Металлургические особенности плавки легированных сталей. Поведение легирующих компонентов. Классификация литейных свойств стали и основные методы определения этих свойств. Влияние углерода, кремния, марганца и меди на практическую и истинную жидкотекучесть стали. Связь жидкотекучести с диаграммой состояния системы железо-углерод. Склонность стали к образованию окисных плен: теоретические основы процесса образования окисных плен, влияние химического состава, меры предупреждения процесса образования окисных плен. Влияние химического состава стали и основных технологических факторов на объемную и линейную усадку стали. Закономерности изменения линейной усадки в процессе затвердевания и последующего охлаждения отливки. Температурный интервал затвердевания стали, его влияние на ее литейные свойства. Классификация стали по химическому составу и структуре. Принципиальные особенности технологии изготовления отливок из углеродистых низколегированных, среднелегированных и высоколегированных сталей. Технологические особенности процесса получения заданной структуры литой стали аустенитного и ферритного классов. Основные отличия эксплуатационных и литейных свойств этих групп сталей: прочность, пластичность, жаропрочность, износостойкость, антикоррозионные свойства, жидкотекучесть.</p>



		<p>кучесть, усадка, склонность к образованию горячих трещин. Классификация пороков стальных отливок: размерные, поверхностные, пороки сплошности стенок, несоответствие структуры и неоднородность химического состава, несоответствие механических свойств. Основные причины их возникновения. Особенности изготовления форм и стержней. Формовочные и стержневые смеси для стальных отливок. Повышение огнеупорности формы за счет применения специальных материалов: оливиновых пород, хромистого железняка, магнезита, цирконового песка. Окраска форм и стержней. Особенности разработки технологии изготовления стальных отливок. Расчет литниково-питающих систем. Определение мест установки прибылей и холодильников (внутренних, наружных). Расчет их размеров. Особенности расчета литниковых систем при заливке из стопорного ковша. Конструирование и расчет многоярусных литниковых систем. Принципы выбора температуры выбивки отливки из формы. Особенности процесса затвердевания стали аустенитного класса. Технологические методы обеспечения направленного затвердевания стали, область их применения в зависимости от толщины стенок и отливок и состава стали. Дефекты стальных отливок, их классификация. Особенности классификации дефектов стальных отливок, принятой в РФ, от международной классификации. Усадочные раковины и пористость, теоретические основы процесса формирования этих дефектов, зависимость данного процесса от состава, свойств стали и технологических факторов. Методы предупреждения возможности образования указанных дефектов. Особенности очистки и обрубки отливок. Удаление прибылей. Контроль качества стальных отливок. Методы и технология исправления дефектов отливок. Термическая обработка стальных отливок</p>
8	<p>Технология производства отливок из цветных металлов и сплавов</p>	<p>Физико-механические свойства и области применения. Сплавы со специальными свойствами. Литейные свойства алюминиевых сплавов. Принципы легирования. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов. Печи для плавки алюминиевых сплавов. Особенности технологии плавки различных групп промышленных сплавов. Рафинирование и модифицирование. Характеристика формовочных и стержневых смесей. Особенности литниковых систем при литье в разовые формы. Применение зернистых и жидких фильтров. Применение вакуума. Прибыли, их расположение и размеры. Направленная кристаллизация. Холодильники. Кристаллизация под давлением. Особенности выбивки и очистки отливок. Контроль отливок и направление дефектов. Термическая обработка отливок. Особенности технологии изготовления отливок литьем в кокиль, под давлением, под низким давлением. Механизация и автоматизация процессов заливки и извлечения отливок из форм. Технические и экономические предпосылки, определяющие выбор способа производства отливок из алюминиевых сплавов. Области применения различных способов литья.</p> <p>Магниевого сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их состав, основные физико-механические и литейные свойства, области применения. Печи для плавки магниевых сплавов. Особенности технологии плавки магниевых сплавов. Флюсы. Рафинирование и модифицирование. Меры для предотвращения горения сплавов. Литье в разовые формы. Характеристика формовочных и стержневых смесей. Особенности литниковых</p>

систем. Особенности технологии заливки форм. Ковши чайникового типа. Применение зернистых фильтров и вакуума. Прибыли, их расположение и размеры. Направленная кристаллизация. Холодильники. Литье методом последовательной кристаллизации. Применение кристаллизации под давлением. Особенности выбивки, очистки и обрубки отливок. Особенности технологии литья в кокиль, под давлением, под низким давлением. Контроль качества отливок. Исправление дефектов. Химическая и термическая обработка отливок. Техничко-экономические предпосылки, определяющие выбор способа производства отливок из магниевых сплавов.

Медные сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их свойства и области применения. Печи для плавки меди и медных сплавов. Особенности технологии плавки, рафинирования и модифицирования. Литье в разовые формы. Характеристика формовочных и стержневых материалов. Особенности литниковых систем. Особенности технологии литья. Применение зернистых фильтров в вакууме. Прибыли, их расположение и размеры. Применение холодильников. Особенности выбивки, очистки и обрубки. Особенности технологии изготовления отливок из медных сплавов литьем по выплавляемым моделям в кокиль, под давлением и центробежным способом. Применение жидкой штамповки. Контроль качества отливок. Исправление дефектов заваркой и пропиткой.

Никелевые сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых никелевых сплавов, их свойства и области применения. Принципы легирования сплавов. Жаропрочные никелевые сплавы. Печи для плавки сплавов. Технология плавки, рафинирования и модифицирования основных групп никелевых сплавов. Литье в разовые формы. Особенности технологии литья. Характеристика формовочных и стержневых смесей. Меры по устранению пригара. Особенности заливки форм. Применение зернистых фильтров и вакуума. Прибыли, их расположение и размеры. Применение холодильников. Особенности технологии выбивки форм, обрубки и очистки отливок. Контроль отливок и исправление дефектов. Термообработка отливок. Особенности технологии изготовления отливок литьем по выплавляемым моделям, по методу Шоу, в кокили.

Титановые сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их состав, свойства и области применения. Печи для плавки тугоплавких сплавов, дуговые, индукционные и плазменные. Технология плавки литейных и деформируемых сплавов. Особенности литья в разовые формы. Характеристика формовочных смесей. Особенности литниковых систем. Расположение и размер прибылей. Использование центробежной силы. Особенности охлаждения отливок в форме, выбивки форм и стержней и очистки отливок. Исправление дефектов отливок аргоно-дуговой заваркой. Особенности технологии литья титановых сплавов по выплавляемым моделям и в оболочковые формы. Тугоплавкие металлы и сплавы. Физико-химические и технологические свойства. Особенности технологии плавки и литья.

Цинковые сплавы. Промышленные марки сплавов, их состав. Свойства и области применения. Печи для плавки сплавов. Особенности технологии плавки, рафинирования и модифицирования. Технология литья в кокиль и под давлением. Особенности литниковых систем. Прибыли и их расположение. Особенности обрезки и обрубки

Вопросы к вступительным испытаниям по образовательной программе высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 2.6.3 Литейное производство:

1. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основы теории шлаковых расплавов. Свойства жидких шлаков
2. Взаимодействие металлических расплавов с футеровкой плавильных и раздаточных печей, с материалами плавильных тиглей. Защита металлических расплавов от взаимодействия с воздушной средой
3. Влияние металлургических и технологических факторов на характер литой макро- и микроструктуры отливок
4. Влияние способа изготовления, числа съёмов формы и стержней на конструкцию и материал моделей и стержневых ящиков
5. Влияние химического состава стали и основных технологических факторов на объёмную и линейную усадку стали
6. Внепечная обработка чугуна.
7. Возможности механизации и автоматизации операций сборки и заливки. Автоматические заливочные устройства
8. Выбор состава чугуна, физических и физико-химических методов воздействия на его кристаллизацию.
9. Гидравлические процессы при заполнении формы. Основные законы гидравлики
10. Дефекты стальных отливок, их классификация
11. Жаростойкие чугуны, теоретические основы процесса окисления металлов.
12. Жидкотекучесть сплавов, влияние металлургических и технологических факторов на жидкотекучесть литейных сплавов
13. Закономерности непрерывного литья. Глубина и форма лунки и влияние лунки на структуру и качество слитка и заготовок
14. Изготовление стержней. Классы сложности стержней, их влияние на выбор типа стержневой смеси и технологию изготовления стержня
15. Использование фильтров при литье. Литье в магнитный кристаллизатор.
16. Карбидобразование в поверхностном слое стальных отливок. Взаимодействие оксидов на поверхности отливки с материалом формы. Возникновение различных видов пригара
17. Кварцевые формовочные пески, их минералогический состав.
18. Классификация процессов и способов плавки сталей
19. Классификация способов изготовления литейных форм основные приемы ручной формовки
20. Классификация формовочных и стержневых смесей. Формовочные смеси для сырых и упрочненных форм. Формовочные и стержневые смеси с тепловым и химическим упрочнением.
21. Кокильное литье. Области применения. Особенности формирования структуры и свойств отливок при литье в кокиль черных и цветных сплавов.

22. Контроль качества стальных отливок. Методы и технология исправления дефектов отливок
23. Коррозионно-стойкие чугуны. Износостойкие и антифрикционные чугуны.
24. Коррозионно-стойкие чугуны. Износостойкие и антифрикционные чугуны.
25. Кристаллизационные процессы. Термодинамика зарождения и роста центров кристаллизации.
26. Кристаллизация и структурообразование чугунов. Основы теории кристаллизации чугуна по стабильной и метастабильной системам
27. Ликвация, влияние состава, технологических и конструкционных факторов на развитие ликвационных процессов.
28. Литье методом вакуумного всасывания. Особенности технологии. Совмещенные методы литья и пропитки
29. Литье по выплавляемым моделям. Области применения. Технологический процесс изготовления моделей и форм.
30. Литье слитков непрерывным методом. Принцип литья. Кристаллизаторы.
31. Магниевого сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их состав, основные физико-механические и литейные свойства, области применения.
32. Математические модели теплового взаимодействия отливки и формы
33. Машинная формовка. Способы уплотнения литейных форм
34. Медные сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их свойства и области применения. Печи для плавки меди и медных сплавов
35. Металлургические особенности плавки легированных сталей.
36. Металлургические процессы при плавке в электропечах. Основы плазменной, электронно-лучевой и электрошлаковой плавки.
37. Направленная кристаллизация. Холодильники. Кристаллизация под давлением.
38. Никелевые сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых никелевых сплавов, их свойства и области применения.
39. Особенности основного и кислого процессов плавки чугуна. Современные методы интенсификации плавки чугуна. Плавка чугуна в электропечах
40. Особенности плавки синтетического чугуна на стальных отходах, металлизированных окатышах и др.
41. Особенности процесса затвердевания высокомарганцевой стали 110Г13Л и влияние основных технологических факторов на получение заданной структуры.
42. Особенности процесса затвердевания стали аустенитного класса
43. Особенности разработки технологии изготовления стальных отливок. Расчет литниково-питающих систем
44. Особенности технологии изготовления отливок из углеродистых низколегированных, среднелегированных и высоколегированных сталей.
45. Особенности технологии изготовления отливок литьем в кокиль, под давлением, под низким давлением
46. Особенности технологии плавки магниевых сплавов. Печи для плавки магниевых сплавов. Меры для предотвращения горения сплавов

47. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений. Методы исследования и количественной оценки остаточных напряжений
48. Печи для плавки алюминиевых сплавов
49. Плавка чугуна в вагранке. Особенности плавки в коксовых, коксогазовых и газовых вагранках на холодном и подогретом дутье
50. Плавка чугуна. Теоретические основы плавки чугуна. Современные тенденции в развитии методов плавки чугуна.
51. Причины пористости слитков. Ширина двухфазной области в слитке и влияние скорости литья на эту характеристику
52. Проектирование и расчет литниковых систем
53. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов  
Кинетика гетерогенных металлургических реакций.
54. Противопригарные добавки в формовочную смесь, краски и натирки.  
Свойства и составы этих материалов.
55. Равновесная и неравновесная кристаллизация сплавов, ее причины и последствия. Влияние скорости охлаждения на процесс кристаллизации.
56. Разработка технологического процесса изготовления отливок. Определение линии разъема формы, количества стержней. Припуски на усадку и механическую обработку, литейные уклоны
57. Раскисление, десульфурация и дефосфорация сталей.
58. Расчет затвердевания и охлаждения литейных сплавов в форме.
59. Рафинирование и модифицирование алюминиевых сплавов
60. Рафинирование стали синтетическими шлаками. Электрошлаковый переплав.
61. Связующие материалы. Требования, предъявляемые к ним. Классификация связующих материалов. Органические и неорганические связующие. Синтетические смолы.
62. Связь жидкотекучести с диаграммой состояния системы железо-углерод.
63. Связь механических свойств чугуна с химическим составом и скоростью охлаждения.
64. Склонность стали к образованию окисных плен: теоретические основы процесса образования окисных плен, влияние химического состава, меры предупреждения процесса образования окисных плен
65. Современные методы контроля качества чугунных отливок.
66. Современные представления о кристаллизации и формообразовании графита. Гипотезы и теоретические представления о возможной роли межфазной энергии, переохлаждения, адсорбционных и дислокационных явлений при формообразовании графита
67. Способы заполнения литейных форм. Назначение литниковых систем, их конструкции, процессы, происходящие в литниковых системах. Типы литниковых систем.
68. Структура металлических расплавов. Термодинамические особенности процессов плавления
69. Структурные диаграммы для серого, белого, половинчатого и высокопрочного чугуна при литье в песчаные и металлические формы.

70. Температурный интервал затвердевания стали, его влияние на ее литейные свойства.
71. Теоретические основы модифицирования. Модифицирование чугуна для получения различных форм графита
72. Теоретические основы процессов холодного отверждения смесей с синтетическими смолами.
73. Термическая обработка стальных отливок.
74. Термические напряжения и трещины в слитках. Ликвация в слитках непрерывного литья. Окисные пленки в слитке
75. Техничко-экономические показатели плавки в мартеновских и электрических печах и в конвертерах
76. Технические и экономические предпосылки, определяющие выбор способа производства отливок из алюминиевых сплавов
77. Технологические особенности дуплекс-процессов. Типы печей для электроплавки чугуна и их особенности
78. Технологические особенности процесса получения заданной структуры литой стали аустенитного и ферритного классов
79. Технологические свойства смесей. Критерии выбора смесей при разработке технологии.
80. Технология изготовления металлических модельных комплектов. Типы заготовок. Способы обработки.
81. Технология модифицирования чугуна различными присадками. Оборудование, применяемое для модифицирования чугунов.
82. Технология приготовления формовочных и стержневых смесей. Регенерация формовочных и стержневых смесей и ее разновидности
83. Типы модельных заготовок, способы их соединения. Отделка моделей и стержневых ящиков
84. Титановые сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их состав, свойства и области применения.
85. Топливо. Флюсы. Подготовка шихтовых материалов и флюсов к плавке.
86. Требования к модельно-литейной оснастке. Ее элементы, конструкция и назначение.
87. Управление кристаллизационными процессами.
88. Усадочные деформации отливок. Горячие и холодные трещины.
89. Усадочные процессы. Физическая природа усадки. Усадочная пористость. Влияние технологических факторов и состава сплавов на формирование усадочных раковин
90. Усадочные раковины и пористость, теоретические основы процесса формирования этих дефектов
91. Физико-химические и технологические особенности плавки углеродистых сталей в мартеновских, электрических дуговых, индукционных печах и вакуумных печах
92. Физико-химические принципы получения жидких самотвердеющих смесей
93. Физико-химические процессы на границе отливки с формой. Газовый режим формы. Окисление поверхности отливки в газовой атмосфере формы.
94. Физико-химические процессы при отверждении смесей с цеменами и

фосфатами. Пластичные и жидкие ХТС с жидким стеклом

95. Физико-химические, механические и технологические свойства формовочных и стержневых смесей.

96. Формовочные глины, минералогический состав и их строение. Классификация глин и методы испытания.

97. Формовочные и стержневые смеси для стальных отливок. Повышение огнеупорности формы за счет применения специальных материалов

98. Характеристика чугуна как конструкционного и литейного материала. Номенклатура чугунов, используемых для изготовления отливок

99. Цинковые сплавы. Промышленные марки сплавов, их состав. Свойства и области применения. Печи для плавки сплавов.

## **5. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного испытания в аспирантуру**

1. Рубцов Н.Н. История литейного производства в СССР 4.1. М: Машгиз, 1962.

2. Куманин И.Б. Вопросы теории литейных процессов. М.- Машиностроение, 1975.

3. Пикунов М.В. Плавка металлов, кристаллизация сплавов, затвердевание отливок. М.: Изд-во МИСиС, 1997.

4. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Основы физической химии. М.: Металлургия, 1987.

5. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. Равделя. М.: Химия, 1983.

6. Гуляев Б.Б. Теория литейных процессов. Л.: Машиностроение, 1976.

7. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливок. М.: Машиностроение; Изд-во МВТУ. 1998.

8. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. М.: Металлургия, 1967.

9. Борнацкий И.И. Основы физической химии. М.: Металлургия, 1989.

10. Семенченко В.К. Поверхностные явления в металлах и сплавах. М.: Гостехиздат, 1957.

11. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика.-М.: Физматгиз, 1959.

12. Диаграммы состояния двойных металлических систем. В 3 т. / Под ред. акад. РАН Н.Г. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996.

13. Степанов Ю.А., Баландин Г.Ф., Рыбкин В.А. Технология литейного производства М.: Машиностроение, 1983.

14. Васильев В.А. Физико-химические основы литейного производства: Учеб, пособие. М.: Изд-во МВТУ, 1994.

15. Теория металлургических процессов / И.Е. Мельников, В.Г. Куклев, К.З. Шабунов, И.Я. Шумский. М.: Металлургия, 1977.

16. Литейное производство / Под ред. А.М. Михайлова. М.: Машиностроение, 1987.

17. Рабинович Б.В. Введение в литейную гидравлику. М.: Машиностроение, 1966.
18. Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.: Metallurgia, 1996.
19. Леви Л.И., Кантеник С.К. Литейные сплавы. М.: Высш. школа, 1967.
20. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: Справочник Под ред. О.А. Банных, М.Б. Дрица. М.: Metallurgia, 1986.
21. Еланский Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов. М.: Metallurgia, 1991.
22. Медведев Я.И. Газовые процессы в литейной форме. М.: Машиностроение, 1980.
23. Воздвиженский В.М., Грачев В.А., Спасский В.В. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. М.: Машиностроение, 1984.
24. Валисовский И.В. Пригар на отливках. М.: Машиностроение, 1983.
25. Василевский П.Ф. Технология стального литья. М.: Машиностроение, 1974,
26. Тищенко В.Г. Пирометрия жидких металлов. Киев: Паукова думка, 1964.
27. Литниковые системы и прибыли для фасонных отливок / Н.М. Таллин и др. М.: Машиностроение, 1992.
28. Головин СЛ Особые виды литья. М.: Машиностроение. 1959.
29. Литье по выплавляемым моделям / Я.И. Шкленник. В.А. Озеров и др. М.: Машиностроение. 1984.
30. Степанов. Ю.А., Баландин Г.Ф., Рыбкин Г.Ф. Специальные виды литья. М.: Машиностроение. 1983.
31. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали. Киев—Донецк: Внща шкала. 1983.
32. Нарига К. Кристаллическая структура неметаллических включений в стали. М.: Metallurgia. 1969.
33. Стальное литье: Справочник/Под ред. Н.П. Дубинина. М.: Машиностроение. 1961.
34. Бидуля П.Н. Технология стальных отливок. М.: Госнаучиздат по черной и цветной металлургии. 1961.
35. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. М.: Metallurgia. 1984.
36. Материалы в машиностроении: Энциклопедия. Разд. 2. Т. П-2 / Под ред. Е.Т. Долбенко. М.: Машиностроение. 2000.
37. Грузных И.В., Оболенцев Ф.Д. Надежность и технологичность в производстве стальных отливок. СПб.: Политехника. 1992.
38. Литниковые системы и прибыли для фасонных отливок / И.И. Новиков и др. М.: Машиностроение. 1994.
39. Трухов А.П. Усадочные явления в чугунных отливках. М.: Машиностроение. 1985.
40. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гиршовича. Л.: Машиностроение. 1978.
41. Сухарчук Ю.С., Юджин А.К. Плавка чугуна в вагранках. М.: Машиностроение. 1981.



42. Чугунное литье в машиностроении Под ред. Г.И. Клецкина М., 1987.
43. Чугун / Под ред. А.Д. Шермана. А.А. Жукова. М.: Металлургия. 1991.
44. Высокопрочные чугуны для отливок / Под ред. Н.Н. Александрова. М.: Машиностроение. 1982.
45. Справочник по изготовлению отливок из высокопрочного чугуна / А.А. Горшков. М.В. Волошенко. В.В. Дубов. О.Ю. Рамаренко. М.: Мапгиз. 1961.
46. Вашенко К.И., Софрони Л. Магниевый чугун. М.: Машгиз. 1960.
46. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом / З.В. Захарченко. Ю.Н. Левченко. В.Г. Горенко. П.А. Вареник. Киев: Наукова думка. 1986.
47. Горшков А.А. Справочник по изготовлению отливок из высокопрочного чугуна. М.: Машгиз. 1960.
48. Ферросплавы с редко и щелочноземельными металлами И.В. Рябчиков. В.Г. Мизин. Н.П. Лякиншев. А.С. Дюровни. М.: Металлургия. 1983.
49. Литовка В.И. Повышение качества высокопрочного чугуна в отливках. Киев: Наукова думка. 1987.
50. Бобро Ю.Г. Легированные чугуны. М.: Машиностроение. 1975.
51. Константинов Л.С., Трухов А.П. Напряжения, деформации и трещины в отливках. М.: Машиностроение. 1981.
52. Коцюбинский О.Ю. Стабилизация размеров чугунных отливок. М.: Машиностроение. 1974.
53. Флюсовая обработка и фильтрование алюминиевых расплавов / А.В.Курдюмов и др. М.: Металлургия. 1980.
54. Флюсовая обработка и фильтрование алюминиевых расплавов / Б.С. Чурсин и др. М.: Металлургия. 1985.
55. Берг П.П. Проверка качества отливок. 2-е изд. М.: Машгиз. 1957.
56. Литейные дефекты и способы их устранения / А.В. Лакедемонский и др. М.: Машиностроение. 1972.
57. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий / Под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1986.
58. Алешин Н.П. Контроль качества сварочных работ. М.: Высш. школа, 1986.
59. Контроль качества отливок: Учеб. пособие / В.М. Воздвиженский и др. М.: Машиностроение, 1990.
60. Зотов Б.Н. Художественное литье. М.: Машиностроение, 1988.
61. Матвиенко И.В. Оборудование литейных цехов: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1985.
62. Орлов Г.М. Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм. М.: Машиностроение, 1988.
63. Аксенов П.Н., Орлов Г.М., Благодоров Б.П. Машины литейного производства. Атлас конструкций: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1972.
64. Орлов Г.М. Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм. М.: Машиностроение, 1988.
65. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1977.
66. Миляев А.Ф. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов. Магнитогорск, 1999.
67. Туманский Е.Ф. Проектирование литейных цехов. Киев: УМК, 1992.

68. Средства и системы автоматизации литейного производства / К.С.Богдан и др. М.: Машиностроение, 1981.
69. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства. М.: Машиностроение, 1978.
70. Горский А.И. Надежность литейного оборудования. М.: Машиностроение, 1993.
71. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергия, 1980.
72. Беликов О.А.. Каширцев Л.П. Приводы литейных машин. М.: Машиностроение, 1971
73. Немировский Р.Г. Автоматические линии литейного производства. Киев, Донецк: Высш. школа, 1981.
74. Каширский Б.Л. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы: Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1976.