

ФГБОУ ВПО Рыбинский государственный авиационный технический  
университет имени П.А. Соловьева

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и  
инновациям

\_\_\_\_\_ Кожина Т.Д.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Современные технологии литейного производства»

для специальности  
05.16.04 «Литейное производство»

**Кафедра «Материаловедение, литье и сварка» (МЛС)**

Распределение часов

Форма обучения	Очная	Заочная
Лекции	38	36
Практические занятия	40	40
Лабораторные занятия	0	0
КСР	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Всего часов	186	188
Форма контроля (зач., экз., защ.)	Экзамен (36)	Экзамен (36)

Программу составили

д.т.н., профессор

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ С.П.Серебряков

\_\_\_\_\_ В.А.Изотов

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры МЛС

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

Заведующей кафедрой

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ А.А. Шатульский

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями « О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» (письмо Министерства образования и науки РФ от 22.06.2011г. ИБ-733/12) и требований по кандидатскому минимуму для аспирантов по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ: приобретение аспирантами навыков анализа и моделирования технологических процессов изготовления отливки, для различных способов ее производства.

- углубление знаний и приобретение навыков по решению задач начального этапа проектирования технологического процесса литья;

- углубление знаний и приобретение навыков по анализу физико-химических процессов приготовления расплавов; термодинамикой, кинетикой и механизмами процессов взаимодействия фаз при плавке сплавов;

- углубление знаний и приобретение навыков по моделированию процесса формирования отливки при различных способах ее производства;

- углубление знаний и приобретение навыков по проведению расчетов температурного поля отливки и формы; прогноза усадочных дефектов, остаточных напряжений, коробления, трещин, пригара и газовых дефектов.

Для успешного изучения и усвоения данной дисциплины аспиранты обладать знаниями, приобретенными при освоении основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению Металлургия и специальности 150104 «Литейное производство черных и цветных металлов» и дисциплин: «Основы производства и обработки металлов», «Теория литейных процессов», «Теплотехника», «Технология литейного производства», «Производство отливок из черных металлов», «Производство отливок из цветных металлов».

В свою очередь изучение дисциплина «Современные технологии литейного производства» должна подготовить аспирантов к использованию современных технологий литья при изготовлении опытных партий отливок, разработке и формулировке научной новизны и основных защищаемых положений, выполняемой диссертационной работы.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Теория и технология литья в песчаные формы

Требования, предъявляемые к 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.

Связующие материалы. Требования, предъявляемые к ним. Классификация связующих материалов. Органические и неорганические связующие. Синтетические смолы. Выбор связующих материалов и методы испытаний их свойств. Противопригарные и другие вспомогательные материалы. Противопригарные добавки в смесь, краски и натирки. Свойства и составы этих материалов.

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 с синтетическими смолами. Технологические процессы: SO<sub>2</sub> Cold-Gox-amini-Betaset-, Redset-, Alhaset-, Carbophen- Per-set-процессы. Теория формирования прочности смесей с жидким стеклом. Физико-химические процессы при отверждении смесей с цементами 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. Формовка в парных опоках по 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, уплотнение 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.

## *2.2. Технология специальных видов литья*

Классификация, характерные особенности и область применения специальных видов литья, их преимущества и недостатки.

*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.

*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.

*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.

*Непрерывное литье.* Теоретические основы непрерывного литья. Его преимущества и недостатки. Электрошлаковое литье. Сущность метода электрошлакового литья.

*Литье по выплавляемым моделям.* Области применения. Технологический процесс изготовления моделей и форм. Литниковые системы. Подготовка форм под заливку. Сплавы, применяемые для литья по выплавляемым моделям.

*Другие виды литья:* литье по выжигаемым моделям, литье в оболочковые формы, литье в вакуумированные и магнитные формы. Литье выжиманием. Особенности каждого процесса.

### *2.3. Технология производства отливок*

*Чугунное литье* 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.

Основы получения высококачественных чугунных отливок. Выбор состава чугуна, физических и физико-химических методов воздействия на его кристаллизацию. Основные принципы подвода металла и питания отливок. Конструкция и расчет дроссельных литниковых систем. Принцип направленного затвердевания. Теплофизические и гидродинамические процессы в форме, методы управления ими. Современные методы контроля качества чугунных отливок.

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 кристаллизации 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, металлизированных окатышах и др. Технологические особенности дуплекс-процессов. Типы печей для электроплавки чугуна и их особенности. Технико-экономические показатели.

Требования, предъявляемые к шихтовым материалам в зависимости от марок чугуна и характера их назначения. Топливо. Флюсы. Подготовка шихтовых материалов и флюсов к плавке. Расчет шихты. Технологические особенности плавки чугунов различных марок. Внепечная обработка чугуна. Управление процессом плавки. Использование жидкого доменного чугуна для производства фасонных отливок. Методы контроля жидкого чугуна.

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.

*Стальное литье* 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, 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 типа ОХ18Н9ТЛ и влияние основных технологических факторов на получение заданной структуры. Особенности процесса затвердевания высокомарганцевой

стали 110Г13Л и влияние основных технологических факторов на получение заданной структуры. Технологические методы обеспечения направленного затвердения 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.

*Литье из цветных металлов и сплавов. Алюминиевые сплавы.* 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.

*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 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 аргонно-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 отливок.

*Благородные металлы и сплавы на их основе.* Состав, свойства и области применения. Печи для плавки. Особенности технологии плавки и рафинирования. Особенности технологии литья по выплавляемым моделям.

*Литье слитков из сплавов цветных металлов.* Литье слитков в изложницы. Технология литья. Смазки, воронки. Структура и плотность слитков и заготовок (прутков, труб, профилей и полос) из алюминиевых, магниевых, медных, никелевых и тугоплавких сплавов. Литье слитков непрерывным методом.

Принцип литья. Кристаллизаторы. Литейные машины. Закономерности непрерывного литья. Глубина и форма лунки и влияние лунки на структуру и качество слитка и заготовок. Причины пористости слитков. Ширина двухфазной области в слитке и влияние скорости литья на эту характеристику. Термические напряжения и трещины в слитках. Ликвация в слитках непрерывного литья. Окисные пленки в слитке. Использование фильтров при литье. Литье в магнитный кристаллизатор. Особенности непрерывного литья слитков и заготовок из алюминиевых, магниевых, никелевых, цинковых, медных сплавов и сплавов тугоплавких и благородных металлов. Литье по методу Степанова. Литье методом вакуумного всасывания. Особенности технологии. Совмещенные методы литья и пропитки. Механическая и термическая обработка слитков и др. заготовок.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практические занятия являются важным элементом учебного процесса и предназначены для более углубленного изучения аспирантами важнейших разделов дисциплины. Это обеспечивает более высокий уровень теоретической подготовки специалистов.

Цель практических занятий – закрепление теоретических знаний и развитие навыков в выполнении комплексной самостоятельной работы по анализу и расчету некоторых основополагающих литейных процессов.

Практические занятия выполняются в соответствии с заданием, которое каждый аспирант получает индивидуально.

- 3.1. Решение задач начального этапа проектирования при литье в песчаные формы (цветные сплавы);
- 3.2. Решение задач начального этапа проектирования при литье в песчаные формы (черные сплавы);
- 3.3. Расчет ЛПС при литье чугуна;
- 3.4. Расчет ЛПС при литье стали;
- 3.5. Моделирование процесса затвердевания отливки;
- 3.6. Расчет ЛПС при литье по выплавляемым моделям;
- 3.7. Расчет ЛПС при литье под давлением;
- 3.8. Моделирование процесса заполнения полости формы расплавом;
- 3.9. Моделирование процесса питания массивных узлов отливки;
- 3.10. Моделирование процесса литья с направленной кристаллизацией и монокристаллитного;
- 3.11. Моделирование процесса центробежного литья;
- 3.12. Решение задач начального этапа проектирования

Примечание:

- каждое практическое занятие (пп 3.1-3.12) рассчитаны на 4 часа.
- в зависимости от направления специализации аспиранта для аспиранта выбирается свой перечень практических работ.

#### 4. Курсовая самостоятельная работа аспиранта

Разработать и обосновать технологический процесс изготовления отливки:

- обосновать способ изготовления отливки;

- решить задачи начального этапа проектирования, выбрать положение отливки в форме;
- выполнить моделирование процесса формирования отливки;
- выполнить прогноз образования дефектов отливки при данном варианте технологического процесса.

#### 4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

##### **Основная**

1. Гини Э.Ч., Зарубин В.А., Рыбин В.А. Технология литейного производства./специальные виды литья/-М.:Машиностроение.2005.-350 с.
2. А.П.Трухов, Ю.А.Соркин, М.Ю.Ершов и др. Литье в песчаные формы–М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 528 с.
3. В.Д.Белов, РИ Хосен и др. Теория литейных процессов. Хабаровск.: РИОТИП, 2008. С.580.
4. А.П.Трухов, А.И.Маляров. Литейные сплавы и плавка. М.:Издательский центр Академия.2004.\_ С.336.
5. Худокормов Д.Н. Производство отливок из чугуна.- Минск: Высшая школа, 1987.-196с.
6. Производство стальных отливок/ Под ред. Л.Я. Козлова/-М.: МИСиС, 2003.-350с.

##### **Дополнительная**

1. Курдюмов А.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М., Бибииков Е.Л. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Учебник. М.: Металлургия, 1986.- 416 с.
2. Гуляев Б.Б. Теория литейных процессов. Уч. пособие. Л.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
3. Воздвиженский В.М., Грачев В.А., Спасский В.В. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. Уч. пособие. М.: Машиностроение, 1984 – 432 с.
4. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. М.: Машиностроение, 1970. – 496 с.
5. Куманин И.Б. Вопросы теории литейных процессов. Уч. пособие. М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
6. Васильев В.А. Физико-химические основы литейного производства. Учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – 320 с.
7. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. В 2-х частях. Уч. пособие. М.: Машиностроение. Ч.І, 1976. – 328 с, Ч.ІІ, 1979. – 335 с.
8. Арсамасов Б.Н. и др. Научные основы материаловедения. - М.:Издательство МГТУ имени Н.Э.Баумана, 1994.-366 с.
9. Чугунное литье в станкостроении/Под ред. Г.И.Клецкина/-М.: Машиностроение, 1975.-320с.
10. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.И. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1986.- 326 с.
11. Чалмерс Б. Теория затвердевания.-М.:Металлургия, 1968.- 288 с.

12. Баландин Г.Ф. Теория формирования отливки. Учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.-360с.
13. Справочник по чугуному литью./Под ред. Н.Г.Гиршовича/-Л.: Машиностроение, 1978.-758с.
14. П.Ф. Василевский Технология стального литья.-М.: Машиностроение, 1974.-480с.
15. А.А. Рыжиков Теоретические основы литейного производства.-М.: Машгиз, 1961.446с.
16. Чугун. Справочник/Под ред. А.А. Жукова, А.Д. Шермана/М.: Металлургия,1991.-576с.

## 5.СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Классификация цветных сплавов. Теплофизические и технологические свойства сплавов цветных металлов.
2. Особенности и механизмы взаимодействия цветных сплавов с газами, материалом тиглей и футеровкой плавильных печей.
3. Основные положения технологии плавки цветных сплавов. Расчет шихты, физико-химические основы процессов плавки, рафинирования, дегазации, модифицирование.
4. Печи для плавки цветных сплавов, классификация, схема конструкции, принцип работы печей сопротивления, индукционных, электродуговых, электронно-лучевых, плазменных.
5. Общая характеристика, способы изготовления и классификация отливок из цветных сплавов.
6. Основы технологии плавки и литья алюминиевых сплавов.
7. Особенности технологии плавки и литья магниевых сплавов.
8. Особенности технологии плавки и литья титановых сплавов.
9. Особенности технологии плавки и литья никелевых сплавов.
10. Особенности технологии плавки и литья тугоплавких сплавов на основе Nb, Mo, W.
11. Основы технологии плавки и литья медных сплавов.
12. Особенности технологии плавки и литья легкоплавких сплавов на основе Zn, Sn, Bi, Cd, Pb.
13. Технологический процесс изготовления отливок из алюминиевых сплавов в разовые формы (гипсовые, песчаные, оболочковые).
- 14 Технологический процесс изготовления отливок из магниевых сплавов в разовые формы (гипсовые, песчаные, оболочковые).
- 15 Технологический процесс изготовления отливок из медных сплавов в разовые формы (гипсовые, песчаные, оболочковые).

16. Технология литья в кокиль, сущность процесса, основные технологические операции, оснастка и оборудование, область применения кокильного литья.

17. Технология литья под давлением, сущность процесса, классификация видов литья, технологические параметры, оснастка, оборудование, область применения ЛПД

18 Модернизация литья под давлением с целью уменьшения пористости.

19. Технология литья по выплавляемым и выжигаемым моделям, основные операции

20 Модельные составы .Методы запрессовки и удаления.

21 Применяемые формовочные материалы.

22 Методы сушки оболочковых форм.

23 Прокалка форм режимы и применяемое оборудование

24 Заливка форм и применяемое оборудование.

25.Технология литья с направленной кристаллизацией, тепловые основы и технологические параметры процесса, область применения.

26. Технология монокристаллического литья, тепловые основы и классификация методов, технологические параметры и область применения.

27. Технология литья под низким и регулируемым давлением.

28. Применяемое оборудование и виды регулирования скорости заполнения формы.

29. Технология центробежного литья, физическая сущность, классификация методов.

30 Графитовые формы, материалы и способы получения.

31 Плавильные печи для литья титана.

32. Технология, оснастка, оборудование для ювелирного литья.

23. Технология изготовления стержней для отливок жаропрочных сплавов, стержневые материалы, оснастка, оборудование.

24. Техничко-экономическое обоснование выбора наиболее оптимального способа изготовления отливок из цветных сплавов.

25. Методы и средства обеспечения качества продукции при производстве отливок из цветных сплавов.

26. Обеспечение ресурсо-энергосбережения при производстве отливок из цветных сплавов.

27. Пути обеспечения экологической безопасности при производстве отливок из цветных сплавов.

28. Обеспечение безопасности труда и пожаробезопасности при производстве отливок из цветных сплавов.

29. Использование методов компьютерного проектирования и информационных технологий при производстве отливок из цветных сплавов.

30. Основные тенденции совершенствования технологии изготовления отливок из цветных сплавов.

31. Основные технико-экономические направления по совершенствованию технологического процесса изготовления отливок.

32. Требования к технологическому процессу изготовления отливок.

33. Вопросы по технологии плавки чугуна и стали по курсу «Производство отливок из чугуна и стали)
34. Основные положения разработки технологии плавки.
35. Основы расчета шихты.
36. Балансовые уравнения, целевая функция, угар металла.
37. Шихтовые материалы для плавки чугуна: доменные чугуны, вторичные материалы, ферросплавы. Топливо, флюсы.
38. Технология плавки серого чугуна различных марок.
39. Технология плавки ковких чугунов.
40. Технология плавки чугуна в индукционных печах. Тигельная реакция.
41. Шихтовые и шлакообразующие материалы для плавки стали.
42. Способы плавки стали в различных печах
43. Способы внепечного рафинирования стали. Особенности технологии плавки легированных сталей: а) методом переплава отходов; б) на свежей шихте.
44. Основные условия выбора положения отливки в форме.
45. Основные требования к выбору поверхности разъема формы.
46. Получение отливок, требуемых размеров и формы. Основные понятия и терминология.
47. Точность размеров отливок. Особенности формирования точности размеров.
48. Влияние на точность размеров отливок: модельной оснастки, способа изготовления формы и стержней и их сборки.
49. Влияние на точность размеров отливок: при взаимодействии с формой, выбивке, финишных операций и термообработке.
50. Припуски на механическую обработку и пути повышения точности отливок.
51. Теоретические основы охлаждения отливки в форме.
52. Литейные напряжения в отливке. Меры борьбы с последствиями литейных напряжений. Коробления отливок: литейные, термические и холодные. Меры борьбы с ними.
53. Классификация дефектов чугунных и стальных отливок. Примеры.
54. Газовые раковины в отливках. Причины их возникновения и меры предупреждения.
55. Горячие и холодные трещины. Причины их возникновения и меры предупреждения.
56. Исправление дефектов на чугунных отливках.
57. Исправление дефектов на стальных отливках.
58. Заливка стали в температурном интервале ликвидус – солидус.
59. Технологическая проба для определения склонности чугуна к отбеливанию.
60. Технологическая проба для определения жидкотекучести стали.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№1</b>

1. Классификация чугунов по структуре и свойствам
2. Особенности технологии плавки легированных сталей. Способы плавки.
3. Литье с направленной кристаллизацией



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№2</b>

1. Изготовление отливок способом литья в облицованный кокиль.
2. Специальные способы плавки стали.
3. Литье под давлением



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№3</b>

1. Центробежное литье титановых отливок;
2. Плавка стали в индукционных печах.
3. проектирование холодильников



Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№4</b>

- 1.Метод литья по газифицируемым моделям.
2. Внепечная обработка стали.
3. Проектирование прибылей.





Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№5</b>

1. Белый чугун, применение. Отбел, оценка отбеливаемости возможности устранения.
2. Удаление серы и фосфора при плавке стали.
3. Плавка магниевых сплавов



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№6</b>

1. Экологические проблемы при производстве отливок из черных сплавов. Возможности устранения последствий.
2. Получение коррозионностойких сталей, методы контроля механических и физических свойств.
3. Проектирование ЛПС для отливок из медных сплавов



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра: МЛС</b> <hr/> <b>Дисциплина: современные технологии литейного производства</b> <hr/> <b>Преподаватель: Изотов В.А..</b> <hr/> <b>Шифр группы: аспирантура</b>	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ <b>А.А.Шатульский</b> «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№7</b>

1. Методы получения отливок из высокопрочных чугунов.
2. Периоды плавки стали в основной дуговой печи (ДСП).
3. Кокильное литье, анализ процессов



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра: МЛС</b> <hr/> <b>Дисциплина: современные технологии литейного производства</b> <hr/> <b>Преподаватель: Изотов В.А..</b> <hr/> <b>Шифр группы: аспирантура</b>	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ <b>А.А.Шатульский</b> «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№8</b>

1. Внепечная обработка чугуна
2. Способы плавки стали в кислой дуговой печи (ДСП.) Угар элементов.
3. Современные способы формообразования из песчаных смесей



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№9</b>

1. Углеродный эквивалент и его влияние на температуру ликвидуса и другие параметры чугуна.
2. Особенности выплавки стали в дуговых печах постоянного тока (ДСПТ).
3. Монокристаллитное литье



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№10</b>

1. Литейные свойства сплавов.
2. Шихтовые и шлакообразующие материалы для плавки стали и чугуна.
3. Горячие трещины в отливках, методы устранения.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№11</b>

1. Основы выбора плавильного агрегата .
2. Технология плавки чугуна в индукционных печах.
3. Моделирование процесса монокристаллитного литья.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№12</b>

1. Литейные напряжения в отливках.
2. Технология получения ковкого чугуна.
3. Современные методы приготовления песчаных смесей



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№13</b>

1. Усадка. Виды прибылей методики расчёта.
2. Технология получения высокопрочного чугуна.
3. Технологии плавки никелевых жаропрочных сплавов



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№14</b>

1. Коробление отливок. Временные напряжения.
2. Технология получения высококачественного серого чугуна.
3. проектирование прибылей для алюминиевых отливок



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№15</b>

1. Классификация дефектов чугунных и стальных отливок.
2. Методы получения газифицированных моделей.
3. Технологии плавки титановых сплавов



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№16</b>

1. Коробление отливок: литейные, термические и холодные. Меры борьбы с ними.
2. Роторная печь для плавки чугуна.
3. Моделирование процесса затвердевания отливки.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b> <b>№17</b>

1. Газовые раковины в отливках. Причина их возникновения и меры предупреждения.
2. Технология получения чугуна в индукционной печи.
3. Методы прототипирования в литейном производстве



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра:</b> МЛС <hr/> <b>Дисциплина:</b> современные технологии литейного производства <hr/> <b>Преподаватель:</b> Изотов В.А.. <hr/> <b>Шифр группы:</b> аспирантура	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b> <b>№18</b>

1. Трещины горячие и холодные. Причины их возникновения и меры предупреждения.
2. Современные технологии плавки чугуна в литейных цехах.
3. Титановое литье



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра: МЛС</b> <hr/> <b>Дисциплина: современные технологии литейного производства</b> <hr/> <b>Преподаватель: Изотов В.А..</b> <hr/> <b>Шифр группы: аспирантура</b>	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ <b>А.А.Шатульский</b> «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№19</b>

1. Исправление дефектов на магниевых и алюминиевых отливках.
2. Шихтовые материалы для плавки чугуна и стали.
3. Суспензионное литье.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная  
технологическая академия имени П.А. Соловьева"

<b>Кафедра: МЛС</b> <hr/> <b>Дисциплина: современные технологии литейного производства</b> <hr/> <b>Преподаватель: Изотов В.А..</b> <hr/> <b>Шифр группы: аспирантура</b>	<b>Утверждаю</b> <b>Зав. кафедрой</b> _____ <b>А.А.Шатульский</b> «__» _____ 20__ г.
	<b>Экзаменационный билет</b>  <b>№20</b>

1. Исправление дефектов на стальных отливках.
2. Основы расчета шихты. Балансовые уравнения, целевая функция.
3. Изготовление отливок из тугоплавких сплавов