

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 «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»

для специальности
05.16.04 «Литейное производство»

Кафедра «Материаловедение, литье и сварка» (МЛС)

Распределение часов

Форма обучения	Очная	Заочная
Лекции	14	14
Практические занятия	28	28
Лабораторные занятия	0	-
Самостоятельная работа	30	30
Всего часов	72	72
Форма контроля (зач., экз., защ.)	экзамен	экзамен

Программу составили
д.т.н., профессор

_____ А.А. Шатульский

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 процессов, протекающих при формировании отливки для различных способов ее производства.

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

углубление знаний и приобретение навыков по анализу процессов внепечной обработки расплавов: модифицирование, рафинирование, микролегирование;

- углубление знаний и приобретение навыков по анализу процессов кристаллизации и затвердевания при охлаждении сплавов;

- углубление знаний и приобретение навыков по анализу физико-химических процессов взаимодействия расплавов с литейной формой;

- углубление знаний и приобретение навыков по проведению расчета 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 Metallurgy и специальности 150104 «Литейное производство черных и цветных металлов» и дисциплин: «Основы производства и обработки металлов», «Физическая химия», «Теория литейных процессов», «Теплотехника».

В свою очередь изучение дисциплины «Спец. главы теории литейных процессов» должно подготовить аспирантов к разработке и формулировке научной новизны и основных защищаемых положений, выполняемой диссертационной работы.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Введение основные понятия, определения и классификация

Общая характеристика литейных процессов, происходящих при изготовлении отливок: процессы смесеприготовления и формообразования, плавки и обработки расплава, заполнения литниковой формы, кристаллизации и охлаждения расплава в форме. Взаимосвязь указанных процессов с качеством отливок.

2.2. Физико-химические особенности процессов приготовления литейных сплавов; выбор оптимального состава шихты и ее расчет; основные факторы,

обуславливающие получение высококачественных расплавов; защита расплавов от взаимодействия с атмосферой печи и футеровкой.

2.2.1. Теоретические основы плавки литейных сплавов.

Основные понятия и определения. Анализ и классификация процессов и способов плавки. Характеристика и свойства фаз, участвующих в процессе плавки

2.2.2. Состав и свойства высокотемпературной газовой фазы.

Термодинамические закономерности взаимодействия газообразных реагентов (CO , H_2) с кислородом. Кислородный потенциал и окислительно-восстановительные свойства газовой фазы. Термодинамические закономерности взаимодействия углерода с газообразными окислителями. Реакция газификации углерода. Кинетика и механизм горения твердого углерода. Теоретическая температура горения твердого углерода и кокса, углеродный потенциал, катализ.

2.2.3. Образование и диссоциация химических соединений.

Термодинамика, кинетика и механизмы образования и дислокации карбонатов, оксидов, сульфидов. Упругость диссоциации. Принцип жаростойкости Архарова. Химический потенциал серы.

Термодинамические и кинетические закономерности восстановительных процессов.

2.2.4. Металлургические расплавы.

Общая характеристика, строение и свойства металлургических расплавов. Вязкость, плотность, поверхностное натяжение. Активность компонентов сплава. Ионные расплавы в современной технике. Химический и минералогический состав шлаков и флюсов. Физико-химические свойства шлаков. Термодинамика шлаковых систем. Поверхностные явления.

2.3. Рафинирование, легирование и модифицирование;

2.3.1. Основы взаимодействия металлической, оксидной и газовой фаз.

Термодинамические основы окислительного рафинирования металлов. Растворимость кислорода в жидких металлах и сплавах. Окисление углерода при плавке стали. Распределение элементов между расплавами металлов, оксидами и флюсом. Кинетика высокотемпературных гетерогенных металлургических реакций, стадии процессов, их кинетические характеристики и закономерности. Адсорбция реагентов. Термодинамика и кинетика растворения азота, кислорода и водорода в металлах, сплавах и шлаках.

2.3.2. Способы плавки и материалы для приготовления сплавов.

Основные принципы выбора способа плавки и плавильной печи, футеровки, флюсов. Классификация и характеристика металлических шихтовых материалов, топлива, флюсов. Составление и расчет оптимального состава шихты, материального и теплового баланса плавки, Защита расплавов от взаимодействия с атмосферой печи и футеровкой. Рафинирование, легирование и раскисление сплавов.

2.4. Литейные свойства сплавов, их роль в процессе получения годных бездефектных отливок; кристаллизация и затвердевание литейных сплавов, формирование заданных структуры и свойств.

2.4.1. Основные закономерности процессов заполнения форм расплавом. Классификация заливки форм и типов литниковых систем. Структура и свойства

расплавов. Движение неметаллических частиц в потоке расплава и основные принципы их задержания. Жидкотекучесть и заполняемость форм. Основные принципы проектирования и расчета литниковых систем.

2.4.2. Кристаллизация металлов и сплавов.

Термодинамика и кинетика процессов кристаллизации. Гомогенное и гетерогенное зарождение центров кристаллизации. Влияние внешних воздействий на процесс кристаллизации. Образование и рост зародышей (центров кристаллизации). Переохлаждение при кристаллизации. Влияние состава сплава на процесс кристаллизации, объемная и последовательная кристаллизация, двухфазная зона кристаллизации. Модифицирование сплавов, типы и составы модификаторов, влияние температуры и времени на эффективность модифицирования. Ликвация: внутрикристаллическая, дендритная, зональная, по удельному весу. Основные принципы и способы формирования заданной структуры и свойств отливок.

2.4.3 Затвердевание (охлаждение) металлов и сплавов.

Температурное поле отливки, процессы формирования кристаллической структуры сплава в отливках. Инженерные методы расчета процесса. Затвердевание отливок. Тепловое взаимодействие отливки с формой, регулирование тепловых процессов.

2.11. Усадочные процессы.

Физическая природа усадки металлов и сплавов при затвердевании. Объемная и линейная усадка сплавов и отливок. Усадочная пористость и усадочная раковина.

Связь типа усадочных дефектов с диаграммой состояния сплавов. Природа газоусадочной пористости в отливках. Основные принципы получения плотных отливок. Прибыли их назначение, классификация и методы расчета.

2.4.4. Напряжения, деформация и трещины в отливках.

Причины образования напряжений в отливках. Классификация напряжений, методы их оценки. Основы теории образования горячих и холодных трещин. Кинетика развития напряжений и деформаций в различных по толщине элементах отливок.

Мероприятия по предупреждению и устранению причин образования остаточных напряжений в отливках.

2.4.5. Процессы газообмена между отливкой и формой. Классификация газовых раковин, причины их появления, газовый режим литейных форм. Мероприятия по устранению причин образования газовых дефектов.

2.4.6. Физико-химические процессы взаимодействия отливки с формой. Процессы формирования поверхностных дефектов. Типы пригара, ужимин, шероховатости. Мероприятия по устранению причин образования поверхностных дефектов.

2.4.7. Современные методы экспериментального теоретического и компьютерного моделирования литейных процессов.

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. Опытное определение критического числа Рейнольдса» при течении расплава в полости литейной формы и по каналам литниковой системы;
- 3.2. Изучение жидкотекучести сплавов, влияние температуры перегрева, химического состава сплава технологических факторов на жидкотекучесть, расчет жидкотекучести;
- 3.3. Опытное построение диаграммы Бернулли и определение коэффициентов местных и путевых потерь, знакомство с методикой определения местных потерь в каналах литейной формы;
- 3.4. Определение величины объемной усадки массивного узла отливки, знакомство с методиками расчета величины объемной усадки и пористости,
- 3.5. Моделирование процесса затвердевания отливки
- 3.6. Влияние теплофизических свойств формовочных материалов, геометрических свойств отливки на скорость затвердевания.
- 3.7. Модифицирования сплавов, основные группы модификаторов, механизм их влияния на структуру и свойства сплавов.

Примечание:

- каждое практическое занятие (пп 3.1-3.7) рассчитаны на 4 часа.
- в зависимости от направления специализации аспиранта одно из практических занятие может быть заменено другим.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. В.Д.Белов, РИ Хосен и др. Теория литейных процессов. Хабаровск.: РИОТИП, 2008. С.580.
2. А.П.Трухов, А.И.Маляров. Литейные сплавы и плавка. М.:Издательский центр Академия.2004._ С.336.

Дополнительная

1. Курдюмов А.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М., Бибиков 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.1, 1976. – 328 с, Ч.2, 1979. – 335 с.
8. Арсамасов Б.Н. и др. Научные основы материаловедения. - М.:Издательство МГТУ имени Н.Э.Баумана, 1994.-366 с.
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.

5. СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Свойства металлов и сплавов в твердом и жидком состоянии, определяющие условия плавки (плотность, температура плавления, давление пара, вязкость и др.)
2. Структура металлических расплавов.
3. Термодинамические особенности процессов плавления.
4. Металлохимические свойства элементов.
5. Основные термодинамические константы.
6. Термодинамические функции в расчетах металлургических процессов.
7. Кинетика гетерогенных металлургических реакций.
8. Взаимодействие металлов и сплавов с газами. Газонасыщение и газовыделение. Влияние температуры и давления.
9. Системы металл—водород, металл—кислород, металл—водяной пар. Азот в жидком железе.
10. Взаимодействие металлических расплавов с футеровкой плавильных и раздаточных печей, с материалами плавильных тиглей.
11. Защита металлических расплавов от взаимодействия с воздушной средой.
12. Плавка в защитной или инертной атмосфере, вакуумная плавка.
13. Применение шлаков, флюсов, защитных покровов. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основы теории шлаковых расплавов.
14. Свойства жидких шлаков. Диссоциация. Свойства конденсированных фаз.
15. Температурная функция прочности соединений.
16. Особенности диссоциации оксидов. Прочность оксидов. Углерод, кремний, марганец, сера и фосфор в жидком железе.
17. Тепловые и физико-химические основы плавки чугуна в различных плавильных агрегатах. Пути и методы интенсификации процесса плавки чугуна.
18. Рафинирование расплавов от растворенных примесей и газов. Способы дегазации и раскисления. Фильтрация расплавов.

19. Модифицирование 1-го и 2-го рода. Термовременная обработка расплава. 20. Экологические проблемы при плавке и обработке расплава в жидком состоянии и заливке.
21. Понятие о качестве отливки. Основные закономерности формирования свойств отливки.
22. Теплообмен между отливкой и формой.
23. Тепловые свойства литейных сплавов и материала форм и стержней.
24. Математические модели теплового взаимодействия отливки и формы.
25. Расчет затвердевания и охлаждения литейных сплавов в форме.
26. Влияние конфигурации отливок и технологических факторов литья на кинетику затвердевания и охлаждения отливок.
27. Управление тепловыми процессами. Моделирование тепловых процессов на ЭВМ в целях отработки технологии.
28. Гидравлические процессы при заполнении формы. Основные законы гидравлики. Металлические расплавы как жидкости.
29. Способы заполнения литейных форм
30. Назначение литниковых систем, их конструкции, процессы, происходящие в литниковых системах.
31. Типы литниковых систем. Проектирование и расчет литниковых систем.
32. Управление процессом заполнения форм.
33. Жидкотекучесть сплавов, влияние металлургических и технологических факторов на жидкотекучесть литейных сплавов и качество отливок.
34. Физико-химические процессы на границе отливки с формой.
35. Газовый режим формы. Окисление поверхности отливки в газовой атмосфере формы.
36. Карбидобразование в поверхностном слое стальных отливок.
37. Взаимодействие оксидов на поверхности отливки с материалом формы. Возникновение различных видов пригара.
38. Способы повышения качества поверхности отливок. Поверхностное легирование.
39. Кристаллизационные процессы. Термодинамика зарождения и роста центров кристаллизации.
40. Равновесная и неравновесная кристаллизация сплавов, ее причины и последствия. Влияние скорости охлаждения на процесс кристаллизации.
41. Ликвация, неметаллические включения, газы и газовые дефекты в отливках.
42. Влияние состава, технологических и конструктивных факторов на развитие ликвационных процессов,
43. Основные методы ограничения развития ликвационных процессов.
44. Влияние металлургических и технологических факторов на характер литой макро- и микроструктуры отливок.
45. Управление кристаллизационными процессами. Способы уменьшения и устранения дефектов в отливках.
46. Усадочные процессы. Физическая природа усадки. Усадочная пористость. Влияние технологических факторов и состава сплавов на формирование усадочных раковин.

47. Прибыли и их классификация. Основы расчета прибылей.
48. Регулирование работы прибылей и организация питания отливок.
49. Трехмерное моделирование процессов затвердевания для оценки правильности разработанной технологии изготовления отливок.
50. Усадочные деформации отливок. Горячие и холодные трещины.
51. Теоретические основы процесса образования трещин, влияние состава, технологических и конструктивных факторов на процесс формирования трещин.
52. Способы предохранения отливок от трещин. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений.
53. Методы исследования и количественной оценки остаточных напряжений.
54. Технологические средства снижения уровня остаточных напряжений в отливках. Релаксация напряжений.
55. Способы предохранения отливок от коробления.
56. Режимы термической обработки для снижения напряжений.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Какие жидкие фазы участвуют при металлургических процессах?
2. Какие параметры характеризуют строение жидких металлов и сплавов?
3. Кратко изложите современные представления о жидком состоянии?
4. Охарактеризуйте методы исследования строения расплавленных металлов и сплавов?
5. В чем сущность рентгеноструктурного анализа жидких металлов?
6. Что такое функция радиального распределения частиц $q(r)$ в жидких металлах? Что характеризует эта функция?
7. Что такое функция радиальной плотности. Что характеризует эта функция?
8. Как можно определить координационное число на основе кривых функции радиальной плотности?
9. Дайте определение вязкости. Охарактеризуйте кинематическую и динамическую вязкость и их взаимосвязь?
10. Выведите уравнение Я. И. Френкеля для описания температурной зависимости вязкости и жидких металлов?
11. Как можно определить энергию активации вязкого течения?
12. Какая связь существует между вязкостью, атомным объемом и стандартным значением энтропии?
13. Зависит ли вязкость от атомного строения металлов?
14. Какова связь вязкости расплавов с диаграммами состояния?
15. Охарактеризуйте плотность и объемные характеристики металлических расплавов?
16. Каковы методы измерения плотности?
17. Что такое электросопротивление?
18. Что такое поверхностное сопротивление и смачиваемость?
19. Назовите методы определения поверхностного натяжения?
20. Охарактеризуйте тепловые свойства жидких металлов:
 - теплоту плавления;

- теплоемкость жидких металлов;
 - теплопроводность металлов в жидком и твердом состояниях;
 - теплоту образования жидких сплавов.
21. Что такое диффузия в металлических расплавах?
 22. Что такое давление пара металлов?
 23. Охарактеризуйте зависимость плотности, кинематической вязкости, энергии активации вязкою течения, поверхностного натяжения и магнитной восприимчивости расплавов Fe-C от концентрации углерода.
 24. Что такое металлургическая наследственность?
 25. В чем заключается первый закон термодинамики? Внутренняя энергия.
 26. Изложите второй закон термодинамики. Энтропия, свободная энергия. Свободная энтальпия. Химическое сродство.
 27. Изложите третий закон термодинамики. Энтропия.
 28. Опишите механизм плавления и легирования металлов и сплавов.
 29. Опишите закономерности растворения легирующих элементов в жидких металлах.
 30. Что такое испарение металла при плавке металлических сплавов и давление насыщенного пара металлов?
 31. Опишите классификацию и дайте общую характеристику шихтовых материалов:
 - чушковых чугунов и их маркировку;
 - ферросплавов и их маркировку;
 - цветных первичных металлов и их маркировку;
 - лома и отходов цветных металлов и сплавов и их маркировку.
 32. Какие виды топлива Вы знаете? Дайте характеристику топлива: литейного каменноугольного кокса, термоантрацита, мазута, природного газа.
 33. Какие флюсы Вы знаете?
 34. Охарактеризуйте аномальный характер изменения физических свойств расплавов и его связь с литейными и механическими характеристиками в алюминиевых сплавах.
 35. Как влияют температурные режимы плавки и легирования алюминия и его сплавов на их механические характеристики?
 36. Охарактеризуйте аномальный характер изменения физических свойств жидких чугунов.
 37. Как изменяется прочность $\sigma_{\text{в}}$ от температуры перегрева и легирования чугунов?
 38. Как влияет термоскоростная обработка расплавов на структурообразование и механические свойства отливок из алюминиевых сплавов и чугунов?
 39. Охарактеризуйте способы обработки расплавов методами внешнего
 - воздействия: вакуумированием; плавкой нейтральными газами;
 - дегазацией путем вибрации,
 - воздействия ультразвуком, электрическим током.
 40. Как влияет облучение металлов и их сплавов в жидком состоянии наносекундными электромагнитными импульсами на их физические

свойства, процессы кристаллизации и структурообразования, физико-механические и эксплуатационные характеристики?

41. Природа газовой фазы при плавке металлов и сплавов.
42. В каком состоянии находятся газы в металлических сплавах?
43. Стадии взаимодействия газов с жидким металлом.
44. Закон абсорбции и Генри-Далатсна и Сивертса.
45. Взаимодействие жидких металлов:
 - с водородом; кислородом; азотом.
 - со сложными газами:
 - оксидом углерода (CO);
 - диоксидом углерода (CO₂); сернистым газом (SO₂); метаном (CH₄).
46. Какие материалы применяют для тиглей в печах?
47. Какие характеристики определяют огнеупорность материалов? Составы огнеупорных оксидных материалов?
48. Взаимодействие металлических расплавов с оксидными огнеупорными материалами и методы их устранения.
49. Явление смачивания и его влияние на взаимодействие расплавов с оксидной футеровкой.
50. Физико-химические и механические взаимодействия расплавов с формой (пригар, механическое воздействие давления расплава, химическое и физико-химическое воздействие, поверхностное расширение и ужимины. ситовидная пористость и причины ее возникновения).
51. Содержание газов в стали перед раскислением.
52. Влияние газов на свойства стали.
53. Влияние газов на свойства чугуна.
54. Раскисление, рафинирование и дегазация металлических сплавов.
55. Стадии рафинирования (предварительное, основное и дополнительное).
56. Важнейшие раскислители.
57. Способы раскисления (осаждающее, экстракционное-диффузионное, вакуумно-углеродное).
58. Раскисление в сталеплавильном агрегате, в сталеразливочном ковше, в изложнице.
59. Основные задачи раскисления и требования к раскислителям.
60. Термодинамика раскисления:
 - раскисление марганцем;
 - раскисление кремнием; раскисление алюминием.
61. Защита расплавов от взаимодействия с атмосферой при плавке:
 - защитные шлаки и флюсы при плавке никелевых, медных,
 - алюминиевых и
 - магниевого сплавов;
 - нейтральные газы; вакуумирование.
62. Влияние газов на свойства алюминиевых сплавов. Источники насыщения их водородом.
63. Рафинирование (окислительное, испарительно-конденсационное, кристаллизационное).

64. Рафинирование расплава от нерастворимых оксидных включений и способы их удаления.
65. Классификация способов дегазации.
66. Адсорбционные методы дегазации:
продувка расплавов инертными газами (Аг, Не и др.); продувка расплавов активными газами (хлорирование);
67. Каковы структурные диаграммы для жидких сплавов с углеродом?
68. В какой форме присутствует углерод в расплавах Fe-C?
69. Охарактеризуйте структурно-чувствительные свойства железоуглеродистых расплавов типа чугунов: вязкость, электросопротивление, плотность.
70. Какова модель строения железоуглеродистых расплавов (жидких чугунов)?
71. Предкристаллизационное состояние расплавленных металлов и сплавов.
72. Термодинамика процесса кристаллизации, кинетика и механизм кристаллизации.
73. Зарождение центров кристаллизации (самопроизвольное и несамопроизвольное).
74. Кинетика роста центров кристаллизации. Основные законы роста кристаллов.
75. Столбчатая (дендритная) кристаллизация. Форма роста и форма равновесных кристаллов.
76. Модифицирование и микролегирование. Классификация модификаторов. Кинетика эвтектической кристаллизации и механизм модифицирования эвтектики.
77. В чем заключается физическая сущность усадочных явлений?
78. Что называется усадочной пористостью?
79. Какие виды усадочной пористости Вы знаете?
80. Какие меры борьбы с усадочной пористостью Вы знаете?
81. Дайте определение усадочной раковины.
82. Расскажите о ходе образования усадочной раковины у отливки без прибыли.
83. Какие типы усадочных раковин Вы знаете?
84. Какие пробы для определения развития усадочных раковин Вы знаете?
85. Как определяется объем усадочной раковины?
86. Как можно решить задачу образования усадочной раковины в цилиндрической отливке?
87. Как можно определить величину и конфигурацию усадочной раковины в рамках тепловой теории затвердевания отливки?
88. Как влияют технологические факторы (температура перегрева металла, температура заливки, скорость охлаждения отливки) и состав сплава на процесс усадки?
89. Для каких целей применяют прибыль?
90. Для каких сплавов применяют прибыль?
91. Дайте классификацию прибылей?

92. В чем заключается метод выкатывания шарика при проектировании прибылей?
93. В чем заключается сущность инженерных методов расчета усадочных раковин и прибылей?
94. Какие основные требования предъявляются к размерам и формам прибылей?
95. Нарисуйте схемы для расчета зон действия прибылей и торцевого эффекта с холодильником и без него?
96. Как выбирают геометрические размеры прибылей по их объему?
97. Как можно организовать процесс питания путем регулирования работы прибылей?
98. Назовите причины возникновения усадочной деформации и литейных напряжений в отливках?
99. Как классифицируются трещины в отливках?
100. Что такое торможение усадки пассивными и активными силами?
101. Какие типы проб для определения склонности сплавов к образованию трещин Вы знаете?
102. Перечислите технологические пробы для оценки склонности сплавов к образованию горячих трещин?
103. В чем заключается физическая сущность образования горячих трещин?
104. При каких условиях образуются горячие трещины? Меры (пути) борьбы с ними.
105. Как влияет эффективный интервал кристаллизации сплавов на процесс трещинообразования?
106. Что такое показатель горячеломкости по П. Н. Прохорову?
107. Коротко перечислите основные моменты статистической теории образования трещин в отливках.
108. Какие факторы влияют на трещиноустойчивость сплавов?
109. Что такое степень локализации деформации? Как можно ее определить?
110. Какое неравенство характеризует условие получения отливок без трещин?
111. Какая связь существует между горячеломкостью и диаграммами состояния сплавов?
112. Как влияет химический состав на горячеломкость сплавов двойных систем с эвтектикой и перитектикой?
113. Как изменяется горячеломкость сплавов при образовании непрерывного ряда твердых растворов?
114. Как влияют форма и размер зерна на горячеломкость сплава?
115. Какие способы предохранения отливок от образования в них горячих трещин Вы знаете?
116. Как подсчитывается количество теплоты, передаваемой через неограниченную плоскую стенку, обладающую толщиной X и коэффициентом теплопроводности λ и разделяющую среды 1 и 2 с разными температурами и коэффициентами теплоотдачи?
117. Как определяется полное термическое сопротивление?
118. Что такое температурный напор и температурный перепад в отливках?

119. Как определяется величина теплового потока в случае теплопередачи через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки?
120. Как определяется распределение температуры в сечении отливки?
121. Дайте определение «направляющей точки», «критерия Био». Что означает: $Bi \ll 1$, $Bi \gg 1$?
122. Дайте классификацию условий литья.
123. Коротко опишите пять различных стадий охлаждения отливки.
124. Сформулируйте закон затвердевания отливки: (закон продвижения фронта затвердевания по времени, линейная скорость затвердевания металла, температурное поле отливки и количество потерянной теплоты)? Отливка - плоская: $Bi \ll 1$, $B \sim 1$ и $Bi \gg 1$?
125. Обоснуйте выбор показателя n .
126. Что такое приведенный размер отливки?
127. В чем заключается суть расчета процесса затвердевания отливки по методу эквивалентных отливок?
128. Что такое переходная зона?
129. Что такое удельная теплота кристаллизации, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности?
130. Что характеризует понятие спектральной теплоты кристаллизации внутри интервала кристаллизации? Как ее можно определить?
131. Что такое эффективная спектральная теплота кристаллизации и эффективная удельная теплота кристаллизации?
132. Что характеризует понятие «удельная теплоемкость» и «эффективная удельная теплоемкость»? Экспериментальное определение этих физических величин.
133. Назовите основные принципы (условия) выбора расчетных значений удельной теплоты кристаллизации r , и температуры кристаллизации t_{kf} при использовании метода эквивалентной отливки.
134. Установите закон затвердевания, температурное поле, количество переданной теплоты, ширину переходной зоны для эквивалентной отливки, кристаллизующейся при постоянной температуре.
135. Объясните теплофизическую сущность последовательного и объемного затвердевания металла.
136. С помощью инженерных методов расчета затвердевания отливок определите расчетные параметры для частных условий литья и установите закон затвердевания отливки тонкостенного кокиля, массивного кокиля, двухслойной формы.
137. Какие способы воздействия на процесс формирования отливки Вы знаете?
138. Как влияет материал отливки на процесс затвердевания отливки?
139. Как влияет материал формы на процесс затвердевания отливки?
140. Как влияют геометрические характеристики отливки и формы на процесс затвердевания металла?
141. Как влияет скорость охлаждения формы на процесс формирования отливки?

6.ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ



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

<p>Кафедра: МЛС</p> <hr/> <p>Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов</p> <hr/> <p>Преподаватель: Шатульский А. А.</p> <hr/> <p>Шифр группы: аспирантура</p>	<p style="text-align: center;">Утверждаю</p> <p>Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский</p> <p style="text-align: right;">«__» _____ 20__ г.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Экзаменационный билет</p> <p style="text-align: center;">№1</p>
---	--

1. Взаимодействие металлических расплавов с футеровкой плавильных и раздаточных печей, с материалами плавильных тиглей.
2. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости
3. Понятие о качестве отливки. Основные закономерности формирования свойств отливки.



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

<p>Кафедра: МЛС</p> <hr/> <p>Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов</p> <hr/> <p>Преподаватель: Шатульский А. А.</p> <hr/> <p>Шифр группы: аспирантура</p>	<p style="text-align: center;">Утверждаю</p> <p>Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский</p> <p style="text-align: right;">«__» _____ 20__ г.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Экзаменационный билет</p> <p style="text-align: center;">№2</p>
---	--

1. Основные стадии формирования отливки, их характеристика
2. Типы литниковых систем. Проектирование и расчет литниковых систем.
3. Модифицирование 1-го и 2-го рода. Термовременная обработка расплава. 20. Экологические проблемы при плавке и обработке расплава в жидком состоянии и заливке.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС <hr/> Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов <hr/> Преподаватель: Шатульский А. А. <hr/> Шифр группы: аспирантура	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	Экзаменационный билет №3

1. Управление тепловыми процессами. Моделирование тепловых процессов на ЭВМ в целях отработки технологии.
2. Карбидобразование в поверхностном слое стальных отливок.
3. Усадочные процессы. Физическая природа усадки. Усадочная пористость. Влияние технологических факторов и состава сплавов на формирование усадочных раковин



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС <hr/> Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов <hr/> Преподаватель: Шатульский А. А. <hr/> Шифр группы: аспирантура	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
	Экзаменационный билет №4

1. Стадия затвердевания отливки, характеристика процесса, вероятные дефекты. Моделирование процесса.
2. Влияние технологических факторов на жидкотекучесть.
3. Кристаллизационные процессы. Термодинамика зарождения и роста центров кристаллизации.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№5

1. Представление о расплаве как о реологическом теле.
2. Гидравлические потери.
3. Особенности диссоциации оксидов. Прочность оксидов. Углерод, кремний, марганец, сера и фосфор в жидком железе.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№6

1. Математические модели теплового взаимодействия отливки и формы.
2. Жидкотекучесть сплавов, влияние химического состава сплава на жидкотекучесть. Расчёт жидкотекучести расплавов.
3. Управление кристаллизационными процессами. Способы уменьшения и устранения дефектов в отливках.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
Преподаватель: Шатульский А. А. _____	Экзаменационный билет №7
Шифр группы: аспирантура	

1. Гидравлические процессы при заполнении формы. Основные законы гидравлики. Металлические расплавы как жидкости.
2. Способы повышения качества поверхности отливок. Поверхностное легирование.
3. Режимы термической обработки для снижения напряжений.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
Преподаватель: Шатульский А. А. _____	Экзаменационный билет №8
Шифр группы: аспирантура	

1. Теоретические основы процесса образования трещин, влияние состава, технологических и конструкционных факторов на процесс формирования трещин.
2. Применение шлаков, флюсов, защитных покровов. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основы теории шлаковых расплавов.
3. Технологические средства снижения уровня остаточных напряжений в отливках. Релаксация напряжений.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№9

1. Способы предохранения отливок от трещин. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений.
2. Структура металлических расплавов.
3. Плавка в защитной или инертной атмосфере, вакуумная плавка.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№10

1. Влияние типа кристаллизации на остановку расплава в пробе на жидкотекучесть.
2. Способы предохранения отливок от трещин. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений.
3. Управление процессом заполнения форм.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№11

1. Математические модели процесса заполнения полости формы расплавом
2. Усадочные деформации отливок. Горячие и холодные трещины. А Причины их возникновения, методы борьбы с трещинами
3. Металлохимические свойства элементов.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№12

1. Формирование структуры и свойств монокристаллитных отливок
2. Способы заполнения литейных форм
3. Способы предохранения отливок от трещин. Остаточные напряжения в отливках. Причины возникновения остаточных напряжений.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____	Экзаменационный билет №13
Преподаватель: Шатульский А. А. _____	
Шифр группы: аспирантура	

1. Математические модели процесса затвердевания отливок
2. Гидравлические процессы при заполнении формы. Основные законы гидравлики. Металлические расплавы как жидкости.
3. Теоретические основы процесса образования трещин, влияние состава, технологических и конструкционных факторов на процесс формирования трещин



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г.
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____	Экзаменационный билет №14
Преподаватель: Шатульский А. А. _____	
Шифр группы: аспирантура	

1. Назначение литниковых систем, их конструкции, процессы, происходящие в литниковых системах.
2. Теплообмен между отливкой и формой.
3. Кристаллизационные процессы. Термодинамика зарождения и роста центров кристаллизации.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№15

1. Тепловые свойства литейных сплавов и материала форм и стержней Сила давления жидкости на криволинейную поверхность изнутри.
2. Направленная кристаллизация.. Технологические режимы. Формирование дендритно -ячеистой структуры.
3. Способы предохранения отливок от коробления.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№16

1. Трехмерное моделирование процессов затвердевания для оценки правильности разработанной технологии изготовления отливок.
2. Физико-химические процессы на границе отливки с формой.
3. Рафинирование расплавов от растворенных примесей и газов. Способы дегазации и раскисления. Фильтрование расплавов.



Федеральное агентство по образованию

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

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№17

1. Взаимодействие металлических расплавов с футеровкой плавильных и раздаточных печей, с материалами плавильных тиглей.
- 2 Взаимодействие металлов и сплавов с газами. Газонасыщение и газовыделение. Влияние температуры и давления.
3. Прибыли и их классификация. Основы расчета прибылей.



Федеральное агентство по образованию

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

Кафедра: МЛС	Утверждаю
Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов	Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский
Преподаватель: Шатульский А. А.	«__» _____ 20__ г.
Шифр группы: аспирантура	Экзаменационный билет
	№18

1. Газовый режим формы. Окисление поверхности отливки в газовой атмосфере формы.
2. Дендритная кристаллизация, причины возникновения Кинетика гетерогенных металлургических реакций.
3. Регулирование работы прибылей и организация питания отливок.



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____ Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____ Преподаватель: Шатульский А. А. _____ Шифр группы: аспирантура	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г. Экзаменационный билет №19
---	---

1. Образование гомогенных и гетерогенных зародышей. Суспензионное литье.
2. Физические свойства расплавов. Поверхностное натяжение и смачиваемость
3. Системы металл—водород, металл—кислород, металл—водяной пар. Азот в жидком железе



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО "Рыбинская государственная авиационная

технологическая академия имени П.А. Соловьева"

Кафедра: МЛС _____ Дисциплина: Спец. главы теории литейных процессов _____ Преподаватель: Шатульский А. А. _____ Шифр группы: аспирантура	Утверждаю Зав. кафедрой _____ А.А.Шатульский «__» _____ 20__ г. Экзаменационный билет №20
---	---

1. Основные модели строения металлического расплава.
2. Модифицирование сплавов. Виды модификаторов. Методы модифицирования алюминиевых сплавов.
3. Тепловые и физико-химические основы плавки чугуна в различных плавильных агрегатах. Пути и методы интенсификации процесса плавки чугуна.