

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Шалобанов

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2006г.

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
по кафедре «Литейное производство и технология металлов»

**ПРОИЗВОДСТВО ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ**

Утверждена научно-методическим советом университета для направлений подготовки (специальностей) в области металлургии, машиностроения и материалобработки. Специальность «Литейное производство черных и цветных металлов»

Хабаровск 2006г.

Программа разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины и в соответствии с примерной программой дисциплины, утвержденной департаментом образовательных программ и стандартов профессионального образования с учетом особенностей региона и условий организации учебного процесса Тихоокеанского государственного университета

Программу составил  
Мащенко А.Ф.

к.т.н., доцент, кафедра ЛП и ТМ

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г. Ри Хосен

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМК и рекомендована к  
изданию

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

Председатель УМК \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г. Мащенко А.Ф.

Директор института \_\_\_\_\_ « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г. Клепиков С.И.

## 1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цели и задачи изучаемой дисциплины.

Сформировать знания о составе, структуре, технологических и служебных свойствах и технологических процессах изготовления отливок из стали, научить обоснованию выбора способов литья, подготовить к реализации литейных процессов в производственных условиях, управлению качеством отливок, разработке новых, модернизации и интенсификации существующих процессов.

### 1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент специальности 110.400 должен *знать* технологические особенности производства отливок из углеродистых и легированных сталей, получить знания, необходимые инженеру-технологу для разработки прогрессивных процессов изготовления отливок из стали с заданными свойствами.

Студент должен *уметь* выбирать необходимый состав сталей для конкретных условий работы отливок, рассчитывать состав шихты, выбирать оптимальные варианты плавки, управлять методами формирования качественных отливок, анализировать причины брака, разрабатывать технологическую документацию.

Студент должен *иметь представления* о составах, механических и других свойствах литейных марок стали, о влиянии физических, теплофизических и других факторов на их литейные свойства; о процессе и технологии плавки сталей; о правильном выборе литниково-питающих систем, холодильников и других элементов литейных форм, для получения качественных отливок с минимальными припусками на мехобработку, точными геометрическими размерами; о безотходных технологических процессах, охране окружающей среды при производстве стальных отливок.

### 1.3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1 - Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	По учебным планам основной траектории обучения
--------------	--

	С максимальной трудоемкостью	С минимальной трудоемкостью
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
по ГОС	100	
по УП	102	
<b>Изучается в семестрах</b>	8	
<b>Вид итогового контроля по семестрам</b>		
зачет		
экзамен	8	
<b>Аудиторные занятия</b>		
всего	51	
лекции	34	
лабораторные работы	17	
<b>Самостоятельная работа</b>		
общий объем часов (С <sub>2</sub> )	83	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (8 семестр, «Производство отливок из стали»)

### 2.1 Тематический план лекционных занятий

#### Тема 1. Основные направления эффективного производства отливок

Предмет и задачи курса. История развития производства отливок из сплавов на основе железа. Современное состояние, перспективы и задачи производства отливок из стали, технико-экономическое обоснование их применения. Основные направления в повышении эффективности производства стальных отливок. Область применения и объемы производства стальных отливок в России и за рубежом.

#### Тема 2. Свойства литой стали

Структурные составляющие и свойства стали в жидком и твердом состоянии. Характеристика служебных и литейных свойств. Классификация стали по химическому составу, структуре, назначению и способу выплавки.

#### Тема 3. Плавка стали

Влияние углерода, легирующих элементов и примесей на механические и специальные свойства сталей. Плавка стали. Плавильные агрегаты, используемые в литейных цехах для выплавки стали.

#### Тема 4. Повышение качества стали

Шихтовые материалы и предъявляемые к ним требования. Особенности кислородного и основного процессов плавки. Факторы обуславливающие их выбор. Пути повышения качества стали для отливок.

#### Тема 5. Кристаллизацией стали

Кристаллизация стали. Структурные зоны в отливках. Ликвационные процессы при затвердевании. Влияние состава стали, температуры перегрева, скорости охлаждения и других факторов на процессы структурообразования. Микролегирование и модифицирование стали. Управление процессами формирования структуры.

#### Тема 6. Жидкотекучесть стали

Жидкотекучесть стали и ее влияние на свойства отливок. Влияние модифицирования на жидкотекучесть. Температура разливки хромистой и износостойкой стали. Особенности заливки крупных форм.

#### Тема 7. Неметаллические включения в отливках

Неметаллические включения в стальных отливках. Классификация неметаллических включений по составу, величине, форме и происхождению. Экзогенные включения, их состав и механизмы их образования. Меры уменьшения неметаллических включений в отливках. Контроль отливок по неметаллическим включениям.

#### Тема 8. Газы в стали

Газовые раковины в стальных отливках, причины их образования и классификация. Условия образования газовых раковин. Растворимость газов в железе и зависимость ее от содержания легирующих элементов. Влияние кислорода, азота и водорода на качество отливок. Влияние формы на образование газовых раковин. Связь газовых раковин с параметрами формовочной смеси. Меры предупреждения газовых дефектов в отливках.

#### Тема 9. Усадочные процессы в литой стали

Усадка стали. Причины усадки. Объемная усадка стали и ее влияние на свойства и технологию стальных отливок. Влияние углерода и других элементов на величину усадки. Формирование концентрированных усадочных раковин и пористости. Факторы, влияющие на объем усадочных полостей в отливках. Определение норматива литейной усадки для отливок из различных марок стали.

### Тема 10. Прибыли для стальных отливок

Проектирование прибылей для стальных отливок. Роль дифференцированного охлаждения в питании отливок.

### Тема 11. Напряжения в отливках

Напряжения в отливках, причины возникновения напряжений и их классификация. Усадочные, термические и фазовые напряжения в стальных отливках. Коробление стальных отливок.

### Тема 12. Трещины в стальных отливках

Трещины в стальных отливках и условия их образования. Прочность и пластичность стали в период формирования отливок. Классификация факторов, влияющих на образование трещин в стальных отливках. Методы определения трещиностойкости стали. Меры предупреждения образования трещин в отливках.

### Тема 13. Стальные отливки различного назначения

Состав и механические свойства отливок из нелегированной и легированной конструкционной стали. Маркировка конструкционной стали по действующим стандартам. Виды термической обработки отливок из конструкционной стали. Классификация отливок по назначению и соответствующая этому регламентация вредных примесей в отливках.

### Тема 14. Отливки из спецсталей

Отливки из хладостойкой, коррозионостойкой, износостойкой, жаропрочной, экономнолегированной и др. спецсталей, особенности технологии изготовления, области применения, технические требования на них по действующим стандартам.

### Тема 15. Качество стальных отливок

Контроль качества отливок. Показатели качества отливок различного назначения, их связь с технологическим процессом. Пути повышения качества отливок. Роль науки в повышении качества отливок. Особенности технологии изготовления отливок в цехах с различным характером производств, а также особо мелких и крупных отливок.

## Тема 16. Производство крупных стальных отливок

Особенности формовки при изготовлении крупных стальных отливок.  
Температурные режимы заливки форм, их подпитки и охлаждения.

## Тема 17. Дефекты стальных отливок

Классификация дефектов стальных отливок. Основные меры по предупреждению образования литейных дефектов.

Таблица 2 – Разделы дисциплины и виды занятий и работ (8 семестр)

№	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	КП	РГР	ДЗ	РФ	С <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Вводные сведения	*							*
2	Свойства стали в жидком и твердом состоянии	*							*
3	Плавка стали (плавильные агрегаты)	*	*						*
4	Шихтовые материалы	*	*						*
5	Кристаллизация стали	*	*						*
6	Жидкотекучесть стали	*	*						*
7	Неметаллические включения в стальных отливках	*	*						*
8	Газы в стали	*							*
9	Усадка стали	*							*
10	Прибыли для стальных отливок	*	*						*
11	Напряжения в отливках	*							*
12	Трещины в стальных отливках	*	*						*
13	Свойства литой стали	*							*
14	Отливки из спецстали	*							*
15	Контроль качества отливок	*							*
16	Получение крупных отливок	*							*
17	Классификация дефектов отливок	*							*

### 2.2 Лабораторные работы

#### Лабораторная работа № 1.

Отработка процесса плавки стали различного химсостава в индукционной печи. Освоение методов расчета шихты для выплавки стали.

Цель. Научиться производить расчет шихты и освоить методы плавки стали.

Исполнение. Индукционная плавильная печь. Шихтовые материалы, плавильный инструмент.

Время выполнения работы - 4 часа.

Лабораторная работа № 2.

Освоение методов контроля жидкотекучести стали на стандартных пробах..

Цель. Научиться определять практическую жидкотекучесть стали и выбирать температуру заливки её в формы..

Исполнение. Индукционная плавильная печь. Литейная оснастка. Литейные опоки. Формовочная смесь.

Время выполнения работы - 4 часа.

Лабораторная работа № 3

Изучение влияния раскисления стали на форму, размер и химсостав неметаллических включений в стальных отливках..

Цель. Научиться производить оценку неметаллических включений в стали.

Исполнение. Индукционная плавильная печь. Раскислители. Микроскоп МИМ-8.

Время выполнения работы - 6 часов.

Лабораторная работа № 4.

Исследование послойного затвердевания стальной отливки с целью определения скорости её формирования.

Цель. Научиться методам исследования кристаллизации стали.

Исполнение. Специальная литейная форма. Расплавленная сталь. Секундомер.

Время выполнения работы - 4 часов.

Лабораторная работа № 5.

Оценка трещиностойкости стали на специальных пробах.

Цель. Изучить методику и приемы определения трещиностойкости стали

Исполнение. Специальная модельная оснастка. Опоки и формовочная смесь. Расплавленная сталь.

Время выполнения работы - 4 часов.

Лабораторная работа № 6.

Приобретение основных навыков разработки технологической разработки литейных процессов.

Цель. Научиться производить расчеты литниковых систем и прибылей, назначать припуски на мехобработку отливок.



Исполнение. Чертежи литых заготовок. Справочники и таблицы.

Время выполнения работы - 12 часов.

Таблица 3 – Лабораторный практикум и его взаимосвязь с содержанием лекционного курса

№ п/п	№ раздела по разделу лекционных занятий	Наименование лабораторной работы
1	3	Плавка стали в индукционной печи
2	6	Определение жидкотекучести стали
3	7	Неметаллические включения в стали
4	5	Исследование затвердевания стали
5	12	Определение трещиностойкости стали
6	10	Технологическая разработка литейных техпроцессов.

### 3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Входной контроль – контроль остаточных знаний студентов производится в начале изучения дисциплины в письменной форме в виде вопросов по основным темам дисциплин, на которых базируется изучение дисциплины «Производство отливок из стали и чугуна»: «Теория литейных процессов», «Химия», «Физика», «Тепловая теория затвердевания отливок» и др.

Текущий контроль производится по результатам выполнения лабораторных и практических работ.

Выходной контроль производится по результатам зачета и экзамена.

#### 3.1. Вопросы входного контроля

1. Сплавы на основе железа.
2. Затвердевание сплавов.
3. Физико-механические свойства металлов и сплавов.
4. Химические соединения металлов.
5. Реакции окисления-восстановления.
6. Формовочные пески.
7. Ручная формовка.
8. Методы машинной формовки.
9. Разновидности литниковых систем.
10. Прибыли и их применение.
11. Литейная усадка.
12. Трещинообразование в отливках.
13. Виды дефектов и отливках.
14. Заполняемость литейных форм.
15. Взаимодействие отливки с формой.

16. Теплоемкость и теплопроводность формы.
17. Типы кристаллических структур.
18. Ликвация в отливках.
19. Газы в сплавах.
20. Неметаллические включения.

### 3.2. Текущий контроль

Вопросы текущего контроля приведены в методических указаниях к лабораторным работам.

### 3.3. Вопросы выходного контроля

1. Задачи и перспективы производства отливок из стали.
2. Область применения стальных отливок.
3. Свойства стали в жидком состоянии.
4. Классификация литейных марок стали по химическому составу и качественным характеристикам.
5. Влияние технологии выплавки на механические и специальные свойства сталей.
6. Оборудование для плавки стали.
7. Шихтовые материалы.
8. Методы повышения качества выплавляемой стали.
9. Особенности структурных зон в отливках.
10. Влияние микролегирования и модифицирования на структурообразование в стальных отливках.
11. Получение заданной структуры в отливках.
12. Взаимосвязь качества отливок и жидкотекучести стали.
13. Выбор температуры заливки форм при различных марках стали.
14. Оборудование и организация заливки форм.
15. Образование и виды неметаллических включений в стальных отливках.
16. Методы повышения качества литого металла.
17. Формирование газовых раковин в стальных отливках.
18. Методы снижения газонасыщения в отливках.
19. Влияние качества шихтовых и формовочных материалов на образование дефектов газового характера.
20. Механизм образования усадочных раковин в стальных отливках.
21. Влияние усадки на образование дефектов в отливках из различных сталей.
22. Меры, применяемые для предотвращения образования дефектов усадочного характера.
23. Методы расчета и типы прибылей для стальных отливок.
24. Создание условий равномерного остывания отливки.
25. Литейная усадка как фактор дефектообразования.
26. Практическое использование фактора литейной усадки.
27. Механизм возникновения литейных напряжений.
28. Конструкция отливки и литейные напряжения.

29. Горячие трещины в стальных отливках.
30. Методы определения трещиностойкости стали.
31. Меры борьбы с трещинообразованием.
32. Химсостав и маркировка углеродистых и легированных сталей различного назначения.
33. Выбор марки стали для изготовления отливки работающей в определенных условиях.
34. Виды термической обработки стальных отливок.
35. Особенности получения отливок из коррозионостойкой и износостойкой стали.
36. Влияние легирующих компонентов на литейные и эксплуатационные свойства сталей.
37. Конструирование отливок из углеродистых и легированных сталей.
38. Методы испытания стальных отливок.
39. Основные требования к отливкам и контроль их качества
40. Технологические мероприятия повышающие качество стального литья.
41. Развитие прогрессивных методов получения стальных отливок.
42. Производство отливок в цехах мелкосерийного и крупносерийного производства.
43. Изготовление уникальных стальных отливок.
44. Безопасные материалы и приемы работы в сталелитейных цехах.
45. Обеспечение санитарно-гигиенических норм в сталелитейных цехах и защита окружающей среды.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

№ п/п	Автор(автор)	Название	Год издания	Обеспеченность библиотекой ТОГУ
1.	Под ред. Козлова Л.Я.	Производство отливок из стали Учебник	2003	15
2	Под ред. Шульте Б.А.	Производство отливок из стали Учебник	1984	3
3	Василевский П.Ф.	Технология стального литья. Монография	1974	2
4	Арсов Я.Б.	Стальные отливки	1977	3
5.	Ри Хосен	Теория литейных процессов Учебник	2001	30
6	Баландин Г.Ф.	. Основы теории формирования отливки	1977	2
7	Дошкарж и др.,	Производство точных отливок	1979	2
8	Воздвиженский	Литейные сплавы и технология	1984	2

В.М..	их плавки в машиностроении		
-------	----------------------------	--	--

## **5. Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов проводится по результатам выполнения лабораторных работ.

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для выполнения практических занятий и лабораторных работ, их оформленные студенты используют кафедральные компьютеры, множительную технику, микроскопы, твердомеры, плавильные печи, формовочные смеси и другое оборудование имеющиеся на кафедре.

## **7. Методические рекомендации изучения дисциплины**

Рабочая программа разработана с учетом фактического времени, отведенного для ее изучения. В рабочей программе предусмотрено изучение процессов, протекающих при кристаллизации и охлаждении стали, влияние на них различных элементов и скорости охлаждения с целью управления этими процессами для формирования наружной структуры и получения заданных механических свойств стали.

Практические занятия и лабораторные работы нацелены на формирование навыков управления процессами, обеспечивающими получение соответствующих механических и эксплуатационных свойств стальных отливок.

Самостоятельная работа студентов должна обеспечить выработку навыков творческого подхода к решению задач направленных на повышение качества отливок, снижения брака литья, применение новых технологий и сокращение расхода металла.

Базовыми дисциплинами являются «Материаловедение», «Теория литейных процессов», «Технология металлургического производства», «Тепловая теория затвердения отливки».

Программа рассчитана на 100 часов.

Программа составлена в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования по подготовке специалистов 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов».

## **8. Словарь терминов**

***А***

Аустенит – структурная составляющая стали - твердый раствор углерода в – железе с максимальной растворимостью 2.14 % при 1152<sup>0</sup>С.

***Б***

Брак отливок – искажение геометрической формы, внешнего вида или размеров отливок, противоречащие техническим требованиям на отливки.

***Г***

Газовые поры – дефект отливки, образовавшиеся в процессе кристаллизации стали..

***Ж***

Жидкотекучесть стали - характеристика способности металла заполнять форму и полностью воспроизводить её конфигурацию.. Жидкостекольная смесь – смесь песка кварцевого и жидкого стекла, предназначенная для изготовления литейных форм.

***М***

Мартенсит – пересыщенный твердый раствор углерода в L- железе с максимальной растворимостью углерода 0,02% при 723<sup>0</sup>С.

***Л***

Литниковая система- система каналов по которой сталь заполняет полость литейной формы. называется графитоаустеническая смесь. Содержание углерода составляет 4,34%.

***П***

Перлит – механическая смесь феррита и цементита, эвтектоид, образующийся при охлаждении твердой стали, когда аустенит превращается в перлит (эвтектоидное превращение) Содержание углерода в перлите 0,8%. Плавка стали и чугуна – процес получения сплавов заданного состава.

***Р***

Раскисление стали – процесс удаления из стали оксидов путем введения раскислителей, материалов связывающих кислород и переводящих его в шлак.

**С**

Сталь- деформируемый сплав железа с углеродом и др. элементами. Сталеразливочный ковш - устройство для приема выпускаемого из печи металла и последующей заливки им форм.  $\alpha$

**Т**

Температура заливки литейных форм- параметр контролирующий режим заливки форм..

**Ф**

Феррит – твердый раствор углерода в  $\alpha$  – железе. Максимальное содержание углерода составляет 0,02% при 723<sup>0</sup>С.

**Ц**

Цементит – химическое соединение  $Fe_3C$ , образующееся при кристаллизации стали по метастабильной системе. Содержит углерода 6,67%. При температуре выше 950<sup>0</sup>С распадается на графит и феррит, графит и перлит.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
 Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
 Тихоокеанский государственный университет

**Институт информационных технологий**  
**Кафедра «Литейное производство и технология металлов»**

«СОГЛАСОВАНО»

Директор Института информационных технологий

\_\_\_\_\_ Клепиков С.И.

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2006г.

«УТВЕРЖДЕНО»

Начальник Учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ Иванищев Ю.Г.

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2006г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
 по дисциплине  
**"Производство отливок из стали и чугуна"**

Аб-бре-ви-атура спе-ци-аль-ности	Отчетность							Часов занятий								
	Эк-за-мен	За-чет	КП	КР	РГР	Кон-тр	Тес-т (ко-нтр. зад)	Учебный план основной траектории		Учебный план специальности заданной траектории						
								по ГОС	по уч. пла-ну	пе-реат	ЛКЦ	ЛБР	ПРЗ	ауд.	Самостоя-тельная работа	
															все-го	На сес-сию
ЛП	8,9	9						200	215		66	66		132	83	

Рабочая программа составлена в со- ответствии с содержанием и требованиями государственных образовательных стандартов и утвержденной программой дисциплины

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ Мащенко А.Ф.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ри Хосен « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.

Одобрено Учебно-методической комиссией специальности 110400 "Литейное производство черных и цветных металлов"

Председатель УМКС \_\_\_\_\_ Мащенко А.Ф. « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.

Согласовано

Директор института \_\_\_\_\_ Клепиков С. И. « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.



Таблица 1. Тематический план лекционного курса (8 семестр).

Семестр	Тема	Наименование тем лекционного курса	Колво часов
8	1	Предмет и задачи курса. История развития производства отливок из сплавов на основе железа. Современное состояние, перспективы и задачи производства отливок из стали, технико-экономическое обоснование их применения. Основные направления в повышении эффективности производства стальных отливок. Область применения и объемы производства стальных отливок в России и за рубежом.	2
	2	Структурные составляющие и свойства стали в жидком и твердом состоянии. Характеристика служебных и литейных свойств. Классификация стали по химическому составу, структуре, назначению и способу выплавки.	2
	3	Влияние углерода, легирующих элементов и примесей на механические и специальные свойства сталей. Плавка стали. Плавильные агрегаты, используемые в литейных цехах для выплавки стали.	2
	4	Шихтовые материалы и предъявляемые к ним требования. Особенности кислого и основного процессов плавки. Факторы обуславливающие их выбор. Пути повышения качества стали для отливок.	2
	5	Кристаллизация стали. Структурные зоны в отливках. Ликвационные процессы при затвердевании. Влияние состава стали, температуры перегрева, скорости охлаждения и других факторов на процессы структурообразования. Микролегирование и модифицирование стали. Управление процессами формирования структуры.	2
	6	Жидкотекучесть стали и ее влияние на свойства отливок. Влияние модифицирования на жидкотекучесть. Температура разливки хромистой и износостойкой стали. Особенности заливки крупных форм.	2

7	Неметаллические включения в стальных отливках. Классификация неметаллических включений по составу, величине, форме и происхождению. Экзогенные включения, их состав и механизмы их образования. Меры уменьшения неметаллических включений в отливках. Контроль отливок по неметаллическим включениям.	2
8	Газовые раковины в стальных отливках, причины их образования и классификация. Условия образования газовых раковин. Растворимость газов в железе и зависимость ее от содержания легирующих элементов. Влияние кислорода, азота и водорода на качество отливок. Влияние формы на образование газовых раковин. Связь газовых раковин с параметрами формовочной смеси. Меры предупреждения газовых дефектов в отливках.	2
9	Усадка стали. Причины усадки. Объемная усадка стали и ее влияние на свойства и технологию стальных отливок. Влияние углерода и других элементов на величину усадки. Формирование концентрированных усадочных раковин и пористости. Факторы, влияющие на объем усадочных полостей в отливках.	2
10	Проектирование прибылей для стальных отливок. Роль дифференцированного охлаждения в питании отливок.	2
11	Литейная усадка стали и ее влияние на свойства и технологию отливок. Литейная усадка и факторы влияющие на ее величину. Определение норматива литейной усадки для отливок из различных марок стали.	2
12	Напряжения в отливках, причины возникновения напряжений и их классификация. Усадочные, термические и фазовые напряжения в стальных отливках. Коробление стальных отливок.	2
13	Трещины в стальных отливках и условия их образования. Прочность и пластичность стали в период формирования отливок. Классификация факторов, влияющих на образование трещин в стальных отливках. Методы определения трещиностойкости стали. Меры предупреждения образования трещин в отливках	2

	14	Состав и механические свойства отливок из нелегированной и легированной конструкционной стали. Маркировка конструкционной стали по действующим стандартам. Виды термической обработки отливок из конструкционной стали. Классификация отливок по назначению и соответствующая этому регламентация вредных примесей в отливках.	2
	15	Отливки из хладостойкой, коррозионостойкой, износостойкой, жаропрочной, экономнолегированной и др. спецсталей, особенности технологии изготовления, области применения, технические требования на них по действующим стандартам	2
	16	Контроль качества отливок. Показатели качества отливок различного назначения, их связь с технологическим процессом. Пути повышения качества отливок. Роль науки в повышении качества отливок. Особенности технологии изготовления отливок в цехах с различным характером производств, а также особо мелких и крупных отливок.	2
	17	Условия труда в основных отделениях сталелитейных цехов и основные направления их улучшения. Охрана труда и окружающей среды.	2
	Итого (8 семестр)		34

Таблица 2. Тематический план лабораторных занятий (8 семестр)

Семестр	Тема	Наименование лабораторных занятий	Колво часов
8	1	Плавка стали в индукционной печи. Подбор и расчет шихты для выплавки углеродистой стали.	4
	2	Определение практической жидкотекучести стали.	4
	3	Определение формы и характера неметаллических включений в литой стали.	6
	4	Изучение затвердевания стали методом выливания.	4
	5	Определение трещиностойкости стали	4
	6	Технологическая разработка литейного процесса	12
	Итого (8 семестр)		34

Таблица 3. Тематический план лекционных занятий (9 семестр).

Семестр	Тема	Наименование тем лекционного курса	Колво часов
9	1	Кристаллизация и графитизация чугуна. Структурные составляющие и свойства чугунов в жидком и твердом состояниях. Оценка металлической основы. Характеристика чугунов по составу и структуре. Классификация чугунов по их составу и структуре.	4
	2	Современные представления о процессе графитизации. Формирование графита. Образование зародышей графита, их природа. Кинетика графитизации. Оценка формы и качества графита в чугунах. Кристаллизация первичных фаз. Кристаллизация эвтектики.	4
	3	Влияние химического состава, термовременной обработки, условий охлаждения и других факторов на формирование структуры чугунных отливок. Роль углерода, кремния, марганца, серы, фосфора, легирующих элементов на структуру чугунных отливок.	4
	5	Сущность получения чугуна с вермикулярным графитом. Свойства, область применения. Особенности получения отливок из чугуна с вермикулярным графитом. Отливки из отбеленного чугуна. Область применения. Выбор химического состава чугуна. Получение отбеленного слоя и его строение. Влияние элементов на величину и свойства отбеленного и переходного слоев.	4
	6	Ферритный, перлитный, феррито-перлитный и обезуглероженный ковкие чугуны и область их применения. Особенности шихтовки и плавки. Выбор химического свойства чугунов и режимов его обжига для получения ферритного и перлитного ковкого чугуна. Кинетика и механизм графитизации.	4

	7	Марки, состав и свойства чугуна. Способы его получения, выбор состава чугуна. Особенности подготовки чугуна для модифицирования. Расчет количества модификаторов. Антимодификаторы и ремодификаторы. Особенности изготовления отливок из чугуна с шаровидным графитом в зависимости от его литейных свойств. Техника безопасности при модифицировании.	4
	8	Шихтовые материалы, топливо, флюсы. Выбор материалов для выплавки чугуна в вагранках. Устройство вагранки и принцип ее работы. Расчет основных размеров.	4
		Итого (9 семестр)	32

Таблица4. Тематический план лабораторных занятий (9 семестр)

Семестр	Тема	Наименование лабораторных занятий	Колво часов
9	1	Расчет количественного состава чугуна для получения заданных структур в отливках.	4
	2	Расчет количественного состава чугуна для получения заданных структур в отливках.	4
	3	Расчет количественного состава чугуна для получения заданных структур в отливках.	6
	4	Расчет количественного состава чугуна для получения заданных структур в отливках.	4
	5	Определить влияние кремния, марганца, хрома на формирование углеродистых фаз и металлической основы чугуна	4
	6	Методы контроля и оценки структуры чугуна в отливках.	10
		Итого (9 семестр)	32



## Контрольные тесты по дисциплине «Получение отливок из стали»

1. **Классификация стальных отливок по химическому составу:**
  - Низкоуглеродистые ( $< 0,2 \%$  C);
  - Среднеуглеродистые ( $0,2 - 0,4 \%$  C);
  - Высокоуглеродистые ( $> 0,4 \%$  C);
  - + Совокупность всех ответов.
  
2. **Классификация стальных отливок по структуре:**
  - Мартенситные;
  - Мартенситно-ферритные;
  - Ферритные;
  - Аустенитно-мартенситные;
  - Аустенитно-ферритные;
  - Аустенитные;
  - +Совокупность всех вышеперечисленных ответов.
  
3. **Классификация стальных отливок по назначению:**
  - Конструкционные углеродистые и легированные (I и II группы) стали;
  - Высоколегированные специальные стали (III группа);
  - Жаропрочные, кислотостойкие, жаростойкие, коррозионностойкие, износостойкие, инструментальные и др.;
  - Стали с особыми свойствами – немагнитные, магнитные, с высоким электросопротивлением, радиационностойкие и др.;
  - +Совокупность всех вышеперечисленных ответов.
  
4. **Классификация по требованиям к литой стальной заготовке:**
  - Отливки общего назначения (у них контролируются хим. состав и размеры);
  - Отливки ответственного назначения (у них кроме перечисленных выше - показателей контролируются  $\sigma_B$  или  $\sigma_{0,2}$ );
  - Отливки особо ответственного назначения (у них кроме вышеперечисленных контролируются ударная вязкость KCU или KCV);
  - +Совокупность всех вышеперечисленных ответов.
  
5. **Расшифровать буквенное обозначение в марке сталей:**
  - А(Al), Н(Nb), В(V), Ф(W), Г(Ga), Д(Дюралюминий), К(Si), М(Mg), Н(Na), П(Полоний), Р(Радий), С(Углерод), Т(Ta), Ф(Фосфор), Х(Хе), Ц(Ce), Ю(N);
  - +А(N), Б(Nb), В(W), Г(Mn), Д(Cu), К(Co), М(Mo), Н(Ni), П(P), С(Si), Т(Ti), Ф(V), Х(Cr), Ц(Цирконий Zr), Ю(Al);
  - А(Al), Б(B), В(V), Г(Ga), Д(Дюралюминий), К(Si), М(Mn), Н(Nb), П(Перлит), С(Углерод), Т(Ta), Ф(Флюс), Х(He).

**6. Какие химические элементы в сталях являются постоянными примесями:**

- O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Pb, Bi, Cu, Mg, Al;
- +C, Si, Mn, P, S', O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;
- C, Ag, Ag, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>.

**7. Вредные влияния серы на свойства стали заключается:**

- +Практически не растворяется в  $\gamma$ -Fe (аустените), сера образует легкоплавкую эвтектику  $\gamma$  (аустенит) + FeS с температурой плавления 988 °С. Поэтому располагается в процессе кристаллизации стали по границам зерен и наличию небольших напряжений при усадке способствует межзеренному разрушению (красноломкость при  $Mn/S < 8 - 10$ );
- Сера взаимодействуя с марганцем образует тугоплавкое соединение MnS, поэтому не влияет на красноломкость;
- Сера взаимодействует с Fe и Mn, образует тугоплавкую эвтектику (1600 °С) FeS + MnS, поэтому не влияет на красноломкость.

**8. Влияние фосфора на свойства стали:**

- +Фосфор (P < 0,04 %) полностью растворяется в феррите и повышает прочностные свойства и понижает пластические характеристики. Вместе с тем, он является вредной примесью, поскольку даже сотые доли процента его повышают температуру перехода из вязкого состояния в хрупкое (хладноломкость);
- Фосфор полностью растворяясь в феррите, повышает механические свойства, поэтому является полезной примесью;
- Фосфор, кроме упрочнения феррита, образует фосфид железа FeP<sub>2</sub>, обладающий высокой твердостью, поэтому упрочняет свойства стали.

**9. Какие легирующие элементы являются аустенитизирующими:**

- +Ni, Cu, Al, Mn и др.;
- W, Mo, Ti, V, Cr и др.;
- Zr, Ti, Nb, Si.

**10. Какие легирующие элементы являются ферритизирующими в сталях:**

- Ni, Cu, Al, Mn и др.;
- +Cr, V, Mo, Si, Nb, W и др.;
- Ti, Zr, Co, Hf, Y и др.

**11. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими:**

- +Fe, Mn, Cr, Mo, W, Nb, V, Zr, Ti и др.;
- Al, Ni, Co, Cu, Si, Sn и др.;
- O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и другие газы.



**12. Некрбиδοобразующими являются в сталях:**

- +Ni, Co, Al, Si, Cu, т.е. элементы расположенные правее железа в периодической системе;
- Cr, Mo, V, Zr, Y, Ce и др.;
- Все остальные элементы таблицы периодической системы.

**13. Шихтовые материалы для выплавки сталей:**

- Металлический лом (возможен жидкий чугун);
- Отходы производства, брак отливок, обрезь проката, слитков, стружка и др.;
- +Совокупность всех вышеперечисленных ответов.

**14. Расшифровать марки ферросплавов:**

- +ФС 75 (ферросилиций с 75 % Si); ФМн 70 (ферромарганец с 70 % Mn); ФХ 60 О (феррохром с 60 % Cr и 6 % C); Фмо 50 (ферромолибден с 50 % Mo); Фти 70 С 5 (ферротитан с 70 % Ti с 5 % Si); ФВ 70 ( феррованадий с 70 % V); ФФ 14 (феррофосфор с 14 % P);
- ФС 75 (феррохром с 75 % Cr); ФМн 70 ферромолибден с 70 % Mo); ФХ 60 О (феррофосфор с 60 % P); Фмо 50 (ферромарганец с 50 % Mn); Фти 70 С 5 (ферротантал с 70 % Ta, 5 % Si);
- Совокупность двух предыдущих ответов.

**15. Классификация прибылей по последовательности заполнения жидкого металла:**

- +Проливные прибыли, которые размещаются перед отливкой (рис. 1, а) и сливные (рис. 1, б);
- Открытые (рис. 2, а) и закрытые (рис. 2, б);
- Прибыли прямого действия (верхние, рис. 2, а) и отводные (боковые, рис. 3, а).

**16. Классификация прибылей по связи с атмосферой:**

- +Открытые (рис. 2, а) и закрытые (рис. 2, б);
- Проливные (рис. 1, а) и сливные (рис. 1, б);
- Верхние (рис. 2, а) и отводные (рис. 3, а, боковые).

**17. Классификация прибылей по расположению питаемого узла:**

- +Прибыли прямого действия, которые непосредственно сочленены с тепловыми узлами отливки и их размещают на дими (верхние, рис. 2) и прибыли отводные (боковые, рис. 3, а);
- Прибыли открытые (рис. 2, а) и закрытые (рис. 2, б);
- Обычные (равноохлаждаемые) прибыли (рис. 2, а и б, рис. 3, а), теплоизолированные (3, б) и обогреваемые (рис. 3, в).

### **18. Классификация прибылей по условиям охлаждения относительно отливки:**

- Обычные (равноохлаждаемые) прибыли выполняют такой же формы, как и отливки из одинакового формовочного материала (рис. 2, а,б и рис. 3, а), теплоизоляционные из менее теплопроводного материала, чем отливки (рис. 3, б), – из специальной смеси с низкой теплоаккумулирующей способностью (оболочковые стержни – вкладыши 3) и обогреваемые, имеющие источник тепла (рис. 3, в; их обогревают теплотой экзотермической реакции, электрическим током или газом);
- Боковые, отводные, проливные и др.;
- +Все прибыли классифицируются по условиям охлаждения их относительно отливки.

### **19. Классификация прибылей по геометрической форме, их преимущества и недостатки:**

- Шаровые прибыли с теплотехнической позиции наименее эффективны и нетехнологичны при формовке, так же имеют цилиндрическую шейку меньшего диаметра по сравнению с шаром (рис. 4, а), что создает дополнительные проблемы извлечения модели прибыли при горизонтальной поверхности разъема формы;
- Цилиндрические прибыли технологичны при формовке и вполне экономичны. Для удобства формовки такие прибыли имеют прямой или обратный уклон;
- Призматические прибыли применяют весьма часто. Сечения таких прибылей определяются конфигурацией места их установки, т.е. термического узла. Они могут быть прямоугольными, овальными, чечевицеобразными, кольцевыми и сложнофигурными (рис. 4, в и б);
- Комбинированные прибыли сочетают в себе геометрические характеристики перечисленных выше прибылей. Наиболее типичными примерами являются цилиндро–шаровые прибыли, у которых нижняя часть имеет цилиндрическую форму, а верхняя представляет собой полушар (рис. 4, д) или цилиндро–призматические прибыли, у которых нижняя часть выполнена в виде горизонтальной призмы, а верхняя – в виде горизонтального полуцилиндра (рис. 4, е);
- +Совокупность всех перечисленных выше ответов.

### **20. Классификация прибылей по способу отделения их от отливки:**

- Легкоотделяемые прибыли имеют тонкую шейку (рис. 5, а). Для формирования тонкой шейки используют специальные разделительные стержни – диафрагмы;
- Отрезные прибыли, удаляемые инструментами и сваркой;
- +Совокупность ответов № 1 и № 2.

## **21.Классификация прибылей по числу питаемых узлов:**

- Индивидуальные прибыли питают одну отливку или части отливки;
- Групповые прибыли имеют несколько питаемых узлов, поэтому более экономичны, чем индивидуальные, так как из одной прибыли объемом намного меньше суммарного объема индивидуальных прибылей, обеспечивающих эквивалентное питание;
- +Совокупность ответов № 1 и № 2.