

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве



УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

Могильная Е.П. Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Литейные сплавы и плавка»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение
Профиль: «Цифровые технологии и машины в литейном производстве»

Луганск- 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Литейные сплавы и плавка» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Литейные сплавы и плавка» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9.08.2021 г. № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

ст. преподаватель Хинчагов Г.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровых технологий и машин в литейном производстве «11» 04 2023 года, протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве _____ Свиноров Ю.А.

Переутверждена: « » _____ 20 г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики _____ Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины является изучение закономерностей формирования строения и свойств технических литейных сплавов, в первую очередь, на основе железа, а также физико-химических основ их плавки.

Задачами изучения дисциплины «Литейные сплавы и плавка» являются:

изучение основных видов литейных технических сплавов и возможные области их применения;

изучение сущности процессов, протекающих при формировании строения и литейной технологичности сплавов на основе железа;

изучение физико-химической сущности процессов, сопутствующих плавке сплавов;

выработать у студентов навыки и умения разрабатывать технологический процесс получения заданного сплава с заданной структурой и с заданными свойствами, а также иметь навыки по технологии выплавки заданного сплава;

выработать у студентов навыки и умения анализировать протекание процессов формирования строения и литейной технологичности заданных сплавов, начиная от температуры заливки и кончая температурой полного охлаждения;

выработать у студентов навыки и умения определять структуру углеродистых сталей по содержанию углерода и решать обратную задачу;

выработать у студентов навыки и умения определять структурные характеристики графитной фазы в чугунах.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Литейные сплавы и плавка» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания в области развития новой техники и технологий для производства литейных сплавов, умения формирования строения и свойств структуры литейных сплавов, навыки формирования физико-химического состава на операции «плавка».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Теория формирования отливок», «Технология литейного производства», «Специальные виды литья» и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Внедрение новой техники и	ПК-1.3. Выполняет основные операции технологического	Знать: тенденции развития новой техники и современных технологий

технологии при производстве литых изделий	процесса литейного производства	для производства литейных сплавов;
		Уметь: применять закономерности формирования строения и свойств структуры литейных сплавов при выполнении операций технологического процесса плавки;
		Владеть: навыками формирования физико-химического состава на операции «плавка».

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5.0 зач. ед)	180 (5.0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	16
Лекции	34	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	34	8
Лабораторные работы		
Курсовая работа (семестр)		
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.)		
Самостоятельная работа студента (всего)	112	164
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Роль литейных сплавов.

Роль литейных сплавов в современной инженерной технике, области применения, достоинства и недостатки. Диаграмма состояния как основная научная база для анализа процессов формирования сталей и чугунов.

Тема 2. Закономерности формирования строения и свойств углеродистых сталей.

Роль химического состава углеродистых сталей. Первичная и вторичная кристаллизация. Основные дефекты литейного происхождения. Роль неравновесности кристаллизации. Марки углеродистых сталей по отечественному стандарту.

Тема 3. Высокоуглеродистые литые сплавы железа, их принципиальное отличие от сталей по химическому составу, строению, свойствам.

Природа фазовых и структурных составляющих. Классификация чугунов по химическому составу, содержанию углерода. Серые и белые чугуны. Закономерности влияния химического состава и скорости охлаждения отливок на процесс графитизации. Первичная и вторичная кристаллизация, закономерности распада аустенита, управление процессами перекристаллизации. Основные виды конструкционных чугунов, особенности их механических свойств. Понятие синтетического чугуна.

Тема 4. Основные понятия теории легирования сплавов железа.

Физико-химическое взаимодействие железа с легирующими элементами, углерода и легирующих элементов. Легированные литейные стали и чугуны со специальными свойствами, возможные области их применения. Особенности литейной технологичности чугунов и сталей, особенности получения из них отливок. Связь литейных свойств с диаграммой состояния. Выход годного.

Тема 5. Особенности литейной технологичности чугунов и сталей.

Особенности получения из них отливок, связь литейных свойств с диаграммой состояния, выход годного.

Тема 6. Физико-химические основы плавки сталей и чугунов.

Поведение химических элементов в процессе плавки. Десульфурация. Дефосфорация. Технологические аспекты плавки сталей и чугунов.

4.3. Лекции

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Очная форма
1	Введение. Роль литейных сплавов.	4	1
2	Закономерности формирования строения и свойств углеродистых сталей	6	2
3	Высокоуглеродистые литые сплавы железа, их принципиальное отличие от сталей по химическому составу, строению, свойствам	6	2
4	Основные понятия теории легирования сплавов железа	6	1
5	Особенности литейной технологичности чугунов и сталей	6	1
6	Физико-химические основы плавки сталей и чугунов	6	1
Итого		34	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Взаимодействие железа с углеродом и другими элементами при образовании сплавов на его основе	11	3
2	Конструкционные литейные стали :состав, строения, свойство	11	3
3	Конструкционные чугуны	12	2
Итого:		34	8

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Литейные сплавы и плавка» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельные работы

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Роль литейных сплавов.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	19	28
2	Закономерности формирования строения и свойств углеродистых сталей		19	27
3	Высокоуглеродистые литые сплавы железа, их принципиальное отличие от сталей по химическому составу, строению, свойствам		19	28
4	Основные понятия теории легирования сплавов железа		19	27
5	Особенности литейной технологичности чугунов и сталей		18	27
6	Физико-химические основы плавки сталей и чугунов		18	27
Итого:			112	164

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Литейные сплавы и плавка» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Литейные сплавы и плавка» используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Курдюмов А.В., Производство отливок из сплавов цветных металлов: учебник / А.В. Курдюмов, В.Д. Белов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин, С.П. Герасимов, В.С. Моисеев. - М.: МИСиС, 2011. - 615 с. - ISBN 978-5-87623-573-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235732.html>

2. Карпенко В.М., Художественное литье: материалы, технологии, оборудование / Карпенко В.М., Марукович Е.И. - Минск: Белорус. наука, 2019. - 347 с. - ISBN 978-985-08-2497-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850824977.html>

б) дополнительная литература:

1. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. - М: МИСиС, 2001 – 416 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Литейные сплавы и плавка» / В.А. Кечин, С.В. Скитович. – Владимир: ВлГУ, 2000 г. – 36 с.

3. Гаврилин И.В. Получение литейных силуминов с использованием пылевидного кремния и металлоотходов / И.В. Гаврилин, В.А. Кечин, В.И. Колтышев. – Владимир: Ред.-изд. комплекс ВлГУ, 2003. - 149 с. – ISBN 5-89368-109-6.

4. Кечин В.А. Теория и технология литых протекторных материалов: монография / В.А. Кечин. – Владимир: Ред.-изд. комплекс ВлГУ, 2004 г. – 181 с. – ISBN 5-89368-537-7.

5. Пикунов М.В. Кристаллизация сплавов и направленное затвердевание отливок / М.В. Пикунов, И.В. Беляев, Е.В. Сидоров. – Владимир: ВлГУ, 2002. – 214 с. – ISBN 5-89368-272-6.

6. Никитин В.И. Наследственность в литых сплавах / В.И. Никитин. - М.: Машиностроение, 2005. – 476 с. – ISBN 5-94275-234-6

в) методические указания:

1. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали. – Донецк-Киев: Вища шк., 1983. – 184 с.

2. Справочник по чугуному литью / Под ред. Н.Г. Гирсковича. – М.-Л.: Машиностроение, 1988. – 758 с.

3. Чугун: Справ. Изд. / Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. – М.: Металлургия, 1981. – 576 с.

4. Ветишка А. Теоретические основы литейной технологии. – К.: Вища шк., 1981. – 318 с.

5. Москальов І.Н. Ливарні сплави та їх плавка: Навчальний посібник. – К.: НМКВО, 1993. – 368 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Российская Ассоциация Литейщиков – <http://www.ruscastings.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Литейные сплавы и плавка» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине
Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Литейные сплавы и плавка»

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Внедрение новой техники и технологии при производстве литых изделий	ПК-1.3. Выполняет основные операции технологического процесса литейного производства	Тема 1. Введение. Роль литейных сплавов. Тема 2. Закономерности формирования строения и свойств углеродистых сталей Тема 3. Высокоуглеродистые литые сплавы железа, их принципиальное отличие от сталей по химическому составу, строению, свойствам Тема 4. Основные понятия теории легирования сплавов железа Тема 5. Особенности литейной технологичности чугунов и сталей Тема 6. Физико-химические основы плавки сталей и чугунов	6

Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1 Внедрение новой техники и технологии при производстве	ПК-1.3. Выполняет основные операции технологического процесса литейного производства	знать: тенденции развития новой техники и современных технологий для производства литейных сплавов; уметь: применять	Тема 1. Введение. Роль литейных сплавов. Тема 2. Закономерности формирования строения и свойств углеродистых сталей Тема 3. Высокоуглеродистые	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), задания к

литых изделий		закономерности формирования строения и свойств структуры литейных сплавов при выполнении операций технологического процесса плавки; владеть: навыками формирования физико-химического состава на операции «плавка»	литые сплавы железа, их принципиальное отличие от сталей по химическому составу, строению, свойствам Тема 4. Основные понятия теории легирования сплавов железа Тема 5. Особенности литейной технологичности чугунов и сталей Тема 6. Физико-химические основы плавки сталей и чугунов	практически м занятиям, темы рефератов, вопросы к экзамену
---------------	--	--	---	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Литейные сплавы и плавка»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно)**

- 1.Жаростойкость, жаропрочность и методы их повышения. Явление ползучести. Испытания на ползучесть. Термическая усталость. Влияние температуры испытания.
- 2.Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.
- 3.Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.
- 4.Металлорежущие станки и инструмент
- 5.Особенностиковки и штамповки цветных высоколегированных и трудно деформируемых сплавов
- 6.Контроль качества сварных и паяных соединений.
- 7.Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы.
- 8.Радиационное облучение.
- 9.Глубокий вакуум.
- 10.Влияние различных факторов на пластичность металлов и сопротивление пластическому деформированию.
- 11.Углеродистые инструментальные стали.
- 12.Дислокационная структура и прочность металлов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал)	Критерий оценивания
-----------------------------	---------------------

баллов)	
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания для практических занятий

Введение: общая характеристика сплавов

1. Тема: Взаимодействие железа с углеродом и другими элементами при образовании сплавов на его основе

Практическое занятие 1

1. Вычертить и проанализировать отдельно диаграммы фазового и структурного состава сплавов системы железо-углерод для условий их метастабильной кристаллизации.

2. Определить по диаграмме Fe-C критерий распределения углерода между твердой и жидкой фазами при кристаллизации стали и чугуна.

3. Определить по диаграмме Fe-C предельную растворимость углерода в δ -Fe, γ -Fe, α -Fe и объяснить возможную природу выявленных различий.

4. Указать на диаграмме состояния Fe-C ход линии предельной растворимости углерода в железе при его охлаждении от 1650 до 0°C.

5. Вычислить, во сколько раз уменьшится предельная растворимость углерода в железе при его охлаждении от 1500°C до температуры линии ECF, PSK, точки Q.

6. Определить количество углерода, которое выделяется при охлаждении насыщенного этим элементом аустенита от температуры точки E до температуры точки S.

7. Определить количество углерода, которое выделится из жидкого раствора эвтектической кристаллизации после его затвердевания.

8. Определить, на сколько снизится температура $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения железа после его легирования углеродом в количестве 0,8, 1,0 и 3%.

9. Определить предельное понижение температуры плавления железа под действием углерода, которое ориентировочно характеризует предельную ширину температурного интервала кристаллизации.

10. Определить положение линии ликвидуса и солидуса на диаграмме Fe-C и характер изменения интервала кристаллизации с ростом концентрации углерода.

11. Раскрыть сущность понятий «первичная» и «вторичная» кристаллизация.

12. Указать, в каких сплавах (сталях или чугунах) появляется избыточный (нерастворимый в железе) углерод при первичной кристаллизации.

13. Раскрыть сущность деления железоуглеродистых сплавов на стали и чугуны по критериям: химический состав, состояния углерода после затвердевания первичной кристаллизации, наличие эвтектики, содержание углерода в аустените.

14. Определить перечень образующихся при метастабильной кристаллизации фаз и структурных составляющих в следующих группах сплавов: 0...0,02%С; 0,02...0,8%С; 0,8...2%С; 2...4,3%С; 4,3...6,7%С.

15. Оценить физическую природу твердофазного превращения, протекающего на линии GPSC, и сущность его последствий в сравнении с $\gamma \rightarrow \alpha$ трансформацией чистого железа.

16. Определить, какое количество углерода окажется в нерастворимом (избыточном) состоянии после превращения аустенита в феррит.

17. Указать взаимное положение технологических линий нулевой жидкоподвижности и образования твердого скелета отливки на диаграмме Fe-C.

18. Выделить возможное приращение предела прочности феррита за счет его легирования: 0,2%С, 1%Si, 0,5%Mn, 0,05%P, 2%Ni, 0,5%Cu.

Практическое занятие 2

1. Нанести заданные сплавы на вычерченные при выполнении задания 1 диаграммы Fe-Fe₃C.

2. Вычертить по две кривые охлаждения для каждого сплава. На первой из них указать название фаз, которые образуются при охлаждении сплава, а на второй - структурных составляющих на момент начала превращения, середины температурного интервала, окончания превращения.

3. Для заданных сплавов вычертить фазовый и структурный состав на момент начала и конца эвтектоидного превращения.

4. Для заданных чугунов вычислить их фазовый и структурный состав на момент начала и конца эвтектоидного превращения.

5. Рассчитать фазовый состав перлита и ледебурита.

6. Привести схемы микроструктур заданных сплавов на момент затвердевания.

7. Привести схемы формирования конечных структур всех сплавов в интервале: температура заливки – температура полного затвердевания.

8. Рассмотреть содержание превращений, протекающих в заданных точках и на линии диаграммы Fe-Fe₃C (см. табл. 5).

9. Оформить отчет по работе и защитить его в день проведения занятий.

Контрольные вопросы

1. В чем состоят особенности полиморфизма?
2. По каким критериям выбираются легирующие элементы, предназначенные для упрочнения железа?
3. От чего зависит характер распределения химического элемента по зерну твердого раствора?
4. Какими параметрами физико-химической природы атомов химических элементов управляется уровень их растворимости в металле основы?
5. По каким параметрам происходит деление химических элементов периодической системы на основные легирующие, вспомогательные легирующие, примесные, модификаторы?
6. Какие химические элементы могут быть отнесены при легировании железа к основным и вспомогательным?
7. В чем состоит механизм отрицательного действия примесей на механические свойства железа?
8. Как отличаются параметры распределения и растворимости углерода при кристаллизации сталей и чугунов, и в каком случае они более благоприятны?
9. Какие комплексы химических элементов получили широкое применение в практике легирования конструкционных сталей?
10. Что составляет основу теории формирования сталей и чугунов и какая роль в этом диаграммы железо-углерод?
11. Целесообразно ли упрочнение графитной фазы в чугунах?
12. Как и чем отличаются механические свойства железа и графита?
13. Почему так разительно отличаются теоретическая и реальная прочность железа?
14. В чем состоит смысл коэффициента упрочнения феррита и какие элементы целесообразно использовать для повышения предела текучести железа?
15. Какой механизм действия химических элементов на упрочнение твердого раствора железа?
16. Чем обусловлено столь существенное различие в свойствах феррита и цементита с одной стороны, а также перлита и ледебурита, с другой?
17. Что понимают под первичной и вторичной кристаллизацией?
18. Имеет ли место эвтектоидное превращение в чугунах?
19. Почему отсутствует эвтектическое превращение в сталях?
20. В чем состоит сущность перетектического превращения?
21. В чем состоит сущность эвтектоидного превращения?
22. В чем состоит сущность эвтектического превращения?

23. Какая причина принципиального отличия в механических свойствах аустенито-цементитной и аустенито-графитной эвтектики?
24. В чем причина хрупкости и высокой твердости цементита?
25. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов наиболее эффективно увеличивает прочность?

2. Тема: Конструкционные литейные стали: Состав, строение, свойства

Практическое занятие 1

1. Внимательно ознакомиться с содержанием разделов 2.1 и 2.2.
2. Выбрать химический состав заданных сталей и оценить возможные условия их работы.
3. Нанести заданные стали на диаграмму состояния сплавов на диаграмму железо-углерод и определить степень их эвтектоидности.
4. Представить схему перетектического превращения и его сущность.
5. Определить температуры полного перехода сталей в аустенитное состояние.
6. Определить температуры выделения феррита в углеродистой стали и цементита в инструментальной стали в процессе охлаждения отливки.
7. Построить кривые охлаждения заданных сталей и представить последовательность формирования их структуры.
8. Количественно определить фазовый и структурный состав сталей после их полного охлаждения, а также фазовый состав перлита.
9. Представить схемы структур сталей в отливках после перехода в аустенитное состояние, в момент выделения избыточных фаз, после полного охлаждения.

Практическое занятие 2

1. Оценить природу и механические свойства фазовых и структурных составляющих сталей.
2. Определить механизмы упрочнения, действующие в заданных сталях
3. Качественно сравнить прочность и пластичность заданных сталей со сталью эвтектоидного состава.
4. Представить качественную закономерность изменения прочности и пластичности сталей с ростом содержания углерода от 0,12 до 0,6%.
5. Представить схему термической обработки углеродистой стали, направленной на устранение видманшттетовой структуры.
6. Определить температуры ликвидуса и солидуса заданных сталей и интервалы их кристаллизации.
7. Оценить возможный характер затвердевания заданных сталей и представить возможные схемы их кристаллического строения.

8. Указать возможные положения температуры нулевой жидкотекучести и образования твердого скелета заданных сталей на диаграмме состояния железо-углерод.

9. Качественно сравнить возможную практическую жидкотекучесть заданных сталей.

10. Оценить, как может меняться практическая и истинная жидкотекучесть стали с ростом концентрации углерода.

11. Оценить возможную величину свободной усадки углеродистой стали

12. Назначить температуру перегрева и заливки углеродистой стали.

13. Рассчитать возможную полную объемную усадку углеродистой стали.

14. Сравнить возможную горячеломкость заданной углеродистой стали в сравнении со сталью марки 15Л.

15. Оценить вероятность поражения отливки из конструкционной стали газовыми дефектами.

16. Представить возможный ход кинетической кривой линейной усадки углеродистой стали.

17. Дать общее заключение о литейных свойствах стали и возможных трудностях получения из неё отливок.

18. Оформить отчет по работе и защитить её в день проведения занятий.

Контрольные вопросы

1. Какие свойства являются наиболее объективными показателями качества литых отливок?

2. Какое основное достоинство литой стали как конструкционного материала?

3. Какие отрасли современной техники являются основными потребителями стальных отливок?

4. Как классифицируются стандартные литые стали?

5. Из какого типа сталей изготавливается в настоящее время основная масса отливок?

6. Как влияет рост содержания углерода в стали на изменение её структуры?

7. Как влияет рост содержания углерода в стали на изменение их прочностных и вязкопластических свойств?

8. Какую роль играют в составе стали марганец и кремний?

9. В чем состоит вредность серы и фосфора в составе литых сталей и как ограничивается их содержание нормативно-технической документацией?

10. Какие показатели подвергаются контролю в отливках соответствующих групп качества?

11. Что представляют собой низколегированные конструкционные стали и за счет каких механизмов достигается их упрочнение?

12. Как влияет повышение содержания углерода на практическую жидко-текучесть углеродистых сталей?

13. При каком количестве твердой фазы начинается литейная усадка сталей?

14. При каком содержании твердой фазы наступает потеря жидкоподвижности стали?

15. Какая причина расширения стали при перлитном превращении?

16. Что такое предусадочное расширение?

17. При каком содержании углерода наблюдается максимальная горячеломкость стали?

18. Как изменяется объемная усадка при увеличении количества углерода в стали?

19. При каком содержании углерода в стали отмечается её наибольшая склонность к образованию зоны столбчатых кристаллов?

20. Какая минимальная температура заливки стали в литейную форму?

21. С помощью каких технологических примеров можно улучшить первичную структуру стали?

22. Какое предельное содержание водорода допускается в жидкой стали? В чем состоит опасность повышенного газонасыщения стали?

3. Тема: Конструкционные чугуны

Практическое занятие 1

1. Вычертить и проанализировать бинарную диаграмму фазового состава Fe-C-сплавов при их кристаллизации по стабильной системе.

2. Вычертить и проанализировать бинарную диаграмму структурного состава Fe-C-сплавов при их кристаллизации в равновесных условиях.

3. Вычертить и проанализировать бинарную диаграмму фазового состава Fe-C-сплавов для случая, когда их первичная кристаллизация происходит в равновесных условиях, а эвтектоидный распад в неравновесных.

4. Определить количественный фазовый состав эвтектики и эвтектоида при кристаллизации Fe-C - сплавов в равновесных условиях. Сравнить механические свойства продуктов распада с аналогичными продуктами, образующимся при метастабильной кристаллизации и объяснить природу выявленных различий (см. табл. 1 прил. 2).

5. Определить на диаграмме Fe-C- сплавов температурно-концентрационную область, в которой возможно выделение графита при их кристаллизации и перекристаллизации.

6. Определить какое количество графита образуется при стабильной кристаллизации и охлаждении чугуна с 5,3%С на следующих этапах: при эвтектическом превращении; при охлаждении аустенита до температуры эвтектоидного превращения; при превращении аустенита в феррит.

7. Определить интервал температур на диаграмме Fe-C, в котором эвтектическая кристаллизация и эвтектоидный распад происходит по стабильной системе с выделением графита.

8. Определить количество избыточного углерода, который выделяется при затвердевании жидкого раствора эвтектической концентрации.

9. Определить, как изменится величина интервала кристаллизации простых чугунов при увеличении в них концентрации углерода от 2 до 4,3% и от 4,3 до 6,7%.

10. Определить фазовый и структурный состав (при комнатной температуре) следующих групп сплавов 0,02...0,8%; 0,8...2,0%; 2,0...4,3%; 4,3...6,7%.

11. Построить кривые охлаждения двух высокоуглеродистых сплавов, формирующихся в равновесных условиях кристаллизации и охлаждения, с указанием на одной кривой фазовых составляющих, а на другой - структурных. Варианты содержания углерода в этих сплавах позаимствовать из табл. 5.

13. Вычертить схемы структур сплавов, указанных в п. 11, на момент окончания первичной кристаллизации, начала эвтектоидного превращения, полного охлаждения.

Контрольные вопросы

1. Почему принято считать технический чугун наиболее типичным литейным сплавом и какие факторы обусловили его ведущее положение в технике?

2. В чем проявляется сложность чугуна как технического сплава?

3. Какая роль скорости охлаждения отливок в определении структуры стали и чугуна?

4. Почему бинарная диаграмма Fe-C не может в полной мере описать процессы структурообразования чугуна?

5. При каких условиях чугун затвердевает белым, серым, половинчатым?

6. Как определить положение технического чугуна на двойной диаграмме Fe-C?

7. Какое смысловое содержание понятий «углеродный эквивалент», «степень эвтектичности»?

8. Какие существуют классы конструкционных чугунов?

9. Чем отличаются свойства феррита и перлита в чугуне и в стали?

10. Что представляет собой по природе жидкий раствор чугуна и чем он отличается от аналогичного раствора стали?

11. Какая роль графита в определении свойств чугуна?

12. Что представляет собой фосфидная эвтектика, и при какой температуре она образуется?

13. Чем отличается химический состав сталей и чугунов?

Практическое занятие №2

1. Определить количество углерода, находящегося в свободном состоянии, и степень графитизации заданного чугуна.
2. Вычислить степень графитизации чугуна и отнести его к соответствующим категориям (серых, белых, половинчатых).
3. Определить положение чугуна на бинарной диаграмме состояния и степень его эвтектичности.
4. Вычертить кривую охлаждения чугуна с указанием образующихся фазовых и структурных составляющих.
5. Вычертить схему структур чугуна после окончания эвтектического и эвтектоидного превращений, а также на момент полного затвердевания.
6. Проанализировать природу и свойства фазовых и структурных составляющих матрицы чугуна после его полного охлаждения.
7. Сравнить металлическую матрицу заданного чугуна с матрицей чугуна марки СЧ10.
8. Выявить характер кристаллизации чугуна (стабильный, метастабильный, смешанный) и его перекристаллизации при эвтектоидном превращении.
9. Определить температурно-концентрационные координаты точек С, Е, S, а также интервал затвердевания чугуна.
10. Оценить возможную литейную технологичность чугуна в сравнении со сталью марки 50Л.

Контрольные вопросы

1. Почему кремний в конструкционном чугуне считается легирующим элементом, а в сталях - технологической примесью?
2. В чем состоит сущность процесса графитизации чугуна?
3. В каких формах углерод может находиться в чугуне?
4. В чем состоит сущность понятий углеродный эквивалент, степень эвтектичности, степень графитизации?
5. Какие химические элементы способствуют протеканию процесса графитизации при первичной кристаллизации, а какие действуют в противоположном направлении?
6. Как влияет скорость охлаждения отливки на процесс графитизации структуры?
7. Как влияет перегрев жидкого чугуна на изменение его способности к графитизации?
8. Как влияет процесс графитизации чугуна на формирование структуры его металлической матрицы?
9. Какие условия отражают общее уравнение графитизации?
10. Какие условия получения перлитной матрицы чугуна?

Практическое занятие №3

1. Выбрать химический состав конструкционного чугуна заданных марок и представить его в виде таблицы.

2. Рассчитать значение констант графитизации для ЧПГ и ЧХГ и показать их положение на структурной диаграмме Н.Г. Гиршовича.
3. Оценить структуру заданных чугунов в состоянии поставки, включая металлическую матрицу и форму графита.
4. Определить положение чугунов на диаграмме Fe-C и вычертить схемы их конечных структур после полного охлаждения отливок.
5. Привести уровень механических свойств чугунов по соответствующим стандартам, дать объяснение их связи со структурой (см. пункт 4).
6. Указать возможное содержание связанного углерода в составе заданных чугунов после охлаждения отливки и оценить необходимость проведения их графитизирующего отжига.
7. Указать возможную твердость металлической матрицы чугунов в литом состоянии и после графитизирующего отжига.
8. Определить степень эвтектичности чугунов и на её основе рассчитать возможную прочность и твердость ЧПГ.
9. Вычислить показатели качества чугунов в состоянии поставки и объяснить возможную природу выявленных различий.
10. Определить возможную прочность ЧПГ по значениям их твердости
11. Выполнить сравнительный анализ механических свойств заданных чугунов в связи с их структурным различием.
12. Назначить температуры выпуска жидкого чугуна и заливки в форму (см. прил. 5).

Контрольные вопросы

1. В чем состоит значение и сущность структурных диаграмм и номограмм?
2. Что характеризует константа графитизации?
3. Какие структурные состояния чугуна отражают известные структурные диаграммы?
4. Почему механические свойства являются показателями качества конструкционного чугуна?
5. Чем принципиально определяется уровень механических свойств чугунов с пластинчатой, хлопьевидной и шаровидной формами графита?
6. Какая роль принадлежит углероду и кремнию в определении структуры и механических свойств чугуна?
7. Как влияет содержание углерода на структуру чугуна?
8. Какие отличительные особенности структуры чугунов, содержащих более или менее 0,8% связанного углерода?
9. Какие отличительные особенности механических свойств феррита и перлита, ледебурита и перлита?
10. Как изменяются механические свойства серого чугуна (ЧПГ) с ростом степени его эвтектичности?
11. Что характеризует показатель качества чугуна?

12. Какая форма графитовых включений наиболее благоприятна в отношении механических свойств?

13. Какая структура металлической матрицы и форма графита соответствуют наибольшей прочности чугуна?

14. Какая форма графита и структура металлической матрицы соответствует наибольшей пластичности чугуна?

15. Какой тип металлической матрицы и форма графита соответствуют наиболее низкому качеству чугуна?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическое задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов

1. Жаростойкость, жаропрочность и методы их повышения. Явление ползучести. Испытания на ползучесть. Термическая усталость. Влияние температуры испытания.

2. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов.

3. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

4. Металлорежущие станки и инструмент

5. Особенностиковки и штамповки цветных высоколегированных и трудно деформируемых сплавов

6. Контроль качества сварных и паяных соединений.

7. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы.

8. Радиационное облучение.

9. Глубокий вакуум.

10. Влияние различных факторов на пластичность металлов и сопротивление пластическому деформированию.

11. Углеродистые инструментальные стали.

12. Дислокационная структура и прочность металлов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству реферат

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат выполнен на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Реферат выполнен на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Реферат выполнен на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Реферат выполнен на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Вопросы к экзамену

Экзаменационный билет

В рамках проработки литейно-металлургической технологии получения отливок из сплавов заданной марки Вам поручено:

Теоретическая часть.

1. Выбрать химический состав заданных сплавов и пределы варьирования концентрации элементов (см. таблицу вариантов).
2. Определить положение сплавов на диаграмме состояния железо-углерод.
3. Определить содержание углерода в эвтектике и в аустените серого чугуна (в точках E, S).
4. Построить кривые охлаждения сплавов 1, 2, 3 и проанализировать процессы первичной и вторичной кристаллизации, дать схемы формирования структуры.
5. Проанализировать связь механических свойств сплавов 1...4 с их структурой (с количественным определением содержания перлита и феррита в структуре стали).
6. Дать сравнительную оценку литейной технологичности сплавов 1...4 (по всему комплексу литейных свойств).
7. Указать особенности химического состава, структуры и свойств сплавов 5, 6, возможные области их применения.

Практическая часть.

8. Предложить возможные типы промышленных плавильных агрегатов для получения сплавов 1...6.
9. Назначить температуры выпуска металла из печи и заливки в форму для сплавов 1...4 (с определением температуры ликвидуса для серого чугуна).
10. Выбрать тип огнеупорного материала для футеровки рабочего пространства плавильных печей (см. п. 8).
11. Охарактеризовать поведение железа, кремния, марганца, углерода, серы и фосфора в процессе плавки указанных сплавов.
12. Оценить возможность проведения процессов десульфурации и дефосфорации при плавке указанных сплавов.

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ

№ билета	Серый чугун		Углеродистая сталь		Марка ковкого чугуна
	Марка	Приведенная толщина отливки, мм	Марка	Способ выплавки	
1.	СЧ10	60	25ЛП		КЧ80-1,5
2.	СЧ15	30	30ЛПП		КЧ70-2
3.	СЧ20	50	20ЛПП		КЧ65-3
4.	СЧ25	40	15ЛП		КЧ60-3
5.	СЧ30	35	35ЛПП		КЧ30-6
6.	СЧ20	50	25ЛПП		КЧ33-8
7.	СЧ15	40	45ЛПП		КЧ55-4
8.	СЧ30	60	35ЛП		КЧ33-8
9.	СЧ20	50	55ЛПП		КЧ35-10
10.	СЧ25	30	20ЛПП		КЧ37-12
11.	СЧ20	45	15ЛПП		КЧ45-7
12.	СЧ18	55	40ЛП		КЧ55-4
13.	СЧ25	65	20ЛП		КЧ50-5
14.	СЧ30	35	30ЛПП		КЧ60-3
15.	СЧ25	50	25ЛПП		КЧ70-2
16.	СЧ35	60	35ЛПП		КЧ35-10
17.	СЧ20	45	55ЛПП		КЧ30-6
18.	СЧ30	40	15ЛП		КЧ80-1,5
19.	СЧ25	50	45ЛПП		КЧ30-6
20.	СЧ18	30	15ЛП		КЧ70-2
21.	СЧ15	40	15ЛПП		КЧ45-7
22.	СЧ20	50	55ЛПП		КЧ65-3
23.	СЧ10	80	15ЛПП		КЧ30-6
24.	СЧ35	45	55ЛП		КЧ80-1,5
25.	СЧ15	50	25ЛПП		КЧ50-5

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.

	Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)