

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:27:33

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Современные проблемы получения точного литья

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Современные материалы и методы получения высокоточных отливок

Квалификация	Магистр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	144	Формы контроля в семестрах:	
в том числе:		экзамен 1	
аудиторные занятия	36		
самостоятельная работа	72		
часов на контроль	36		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, Белов Владимир Дмитриевич; к.т.н., доцент, Колтыгин Андрей Вадимович

Рабочая программа

Современные проблемы получения точного литья

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-17.plx Современные материалы и методы получения высокоточных отливок, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Современные материалы и методы получения высокоточных отливок, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Протокол от 20.06.2023 г., №12/21

Руководитель подразделения д.т.н., профессор Белов Владимир Дмитриевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформулировать у студентов необходимые знания:
1.2	- основных представлений о физико-химических процессах, протекающих при плавке литейных сплавов, их выпечной обработке и заливке в литейные формы, а также при формировании в них литых заготовок;
1.3	- методом термодинамической оценки физико-химических процессов на всех стадиях изготовления отливок, начиная от приготовления расплава и заканчивая формированием отливок в литейной форме, для управления технологическими параметрами, определяющими качество литых заготовок;
1.4	- особенностей формирования структуры сплавов в условиях неравновесной кристаллизации;
1.5	- управления структурой и свойствами сплавов и качеством отливок

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии	
Знать:	
ОПК-1-34 физическую химию литейных процессов и систем	
ОПК-1-35 процессы кристаллизации металлов и сплавов	
ОПК-1-36 основные операции управления структурообразованием и свойствами сплавов и качеством отливок	
ОПК-1-31 виды самостоятельной образовательной деятельности для профессионального, личностного, социального и культурного развития	
ОПК-1-32 принципы математической логики формирования суждений по естественно-научным, инженерным и социально-экономическим проблемам	
ОПК-1-33 основные технологии получения металлических отливок	
Уметь:	
ОПК-1-У4 контролировать и управлять физико-химическими процессами при выплавке металлов и сплавов	
ОПК-1-У5 управлять структурообразованием и свойствами сплавов и качеством	
ОПК-1-У3 определять основные процессы происходящие при кристаллизации металлов и умение ими управлять	
ОПК-1-У1 управлять временными, пространственными, профессиональными и социальными факторами, влияющими на процессы самообучения	
ОПК-1-У2 оценивать научную значимость и перспективы использования результатов исследований в области металлургии и материаловедения	
Владеть:	
ОПК-1-В3 навыками управления процессом плавки и затвердевания металлов и сплавов	
ОПК-1-В2 опытом представления и защиты полученных результатов	
ОПК-1-В1 навыками самообучения для решения жизненных проблем и достижения профессиональных целей	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. физическая химия литейных процессов и систем							

1.1	дз1 термодинамическая оценка эффективности процессов раскисления и десульфурации стали и чугуна. /Ср/	1	10	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Э1			Р2
1.2	промежуточная контрольная работа №1 по теме "Физическая химия литейных процессов и систем" /Пр/	1	2	ОПК-1-33 ОПК-1-34			КМ1	
1.3	самостоятельное изучение литературы по теме "Физическая химия литейных процессов и систем" /Ср/	1	2	ОПК-1-35 ОПК-1-36	Э2			
1.4	занятия по теме Процессы раскисления и десульфурации стали и чугуна /Пр/	1	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л2.1			
1.5	проработка задания по КП /Ср/	1	10	ОПК-1-У3 ОПК-1-У4	Л2.1 Э3			Р1
	Раздел 2. кристаллизация металлов и сплавов							
2.1	Свойства металлов и сплавов /Пр/	1	1	ОПК-1-У5 ОПК-1-В1				
2.2	Выполнение домашнего задания №2 "Кристаллизация металлических сплавов" /Ср/	1	10	ОПК-1-В2 ОПК-1-В3	Э2			Р3
2.3	самостоятельное изучение литературы по теме "Кристаллизация металлов и сплавов" /Ср/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-33	Э4			
2.4	Взаимодействие металлических расплавов с газами и огнеупорными материалами /Пр/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-34				
2.5	Проработка материала КП /Ср/	1	10	ОПК-1-35 ОПК-1-У1	Э1			Р1
2.6	Основы плавки металлов /Пр/	1	2	ОПК-1-36 ОПК-1-У2	Л2.1			
2.7	Металлические расплавы как жидкости. Заполнение литейной формы расплавом. Взаимодействие расплава с материалами литейной формы. /Пр/	1	2	ОПК-1-У3 ОПК-1-У5				
2.8	Кристаллизация металлических расплавов /Пр/	1	2	ОПК-1-У4 ОПК-1-В1				
2.9	Затвердевание и охлаждение отливок /Пр/	1	2	ОПК-1-В2 ОПК-1-В3				
2.10	Литейные свойства сплавов Контрольная работа №2 /Пр/	1	1	ОПК-1-36 ОПК-1-У3			КМ2	
2.11	Подготовка к промежуточной контрольной работе №2 по теме "Кристаллизация металлов и сплавов" /Ср/	1	7	ОПК-1-У5				

	Раздел 3. управление структурой и свойствами сплавов и качеством отливок							
3.1	проработка лекционного материала и изучения литературы /Ср/	1	11	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л2.1 Э2			
3.2	влияние шихтовых материалов на структуру и свойства сплавов. Приготовление расплавов в электрических и газовых плавильных печах /Пр/	1	2	ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-35	Л2.1			
3.3	внепечная обработка расплава. Влияние примесей на структуру и свойства сплавов в отливках. Технология рафинирования металлических расплавов. /Пр/	1	2	ОПК-1-У1	Л2.1			
3.4	особенности кристаллизации сплавов в отливках, изготавливаемых различными способами литья. Управление формированием фазового состава сплава в процессе его кристаллизации. /Пр/	1	2	ОПК-1-36 ОПК-1-У4 ОПК-1-В2	Л2.1			
3.5	модифицирование сплавов. Особенности их влияния на структуру сплавов. /Пр/	1	2	ОПК-1-36 ОПК-1-У1	Л2.1			
3.6	влияние вида литниковой системы на заполняемость и качество отливок. Взаимосвязь качества отливок с параметрами литниковопитающих систем. Усадочная пористость в отливках. /Пр/	1	2	ОПК-1-У5	Л2.1			
3.7	газовая пористость в отливках. Влияние литейной формы на структуру и свойства сплавов в отливках. /Пр/	1	2	ОПК-1-36 ОПК-1-У2	Л2.1			
3.8	проработка задания КП /Ср/	1	10	ОПК-1-33 ОПК-1-36	Э1			Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33	<p>Примеры вопросов к контрольной работе 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна СЧ10 при температуре 1300°C. 2. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна СЧ30 при температуре 1450°C. 3. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна ВЧ45, модифицированного магнием, при температуре 1500°C 4. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна ВЧ60, модифицированного церием, при температуре 1550°C. 5. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна КЧ-50-5 при температуре 1350°C. 6. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна ЧВГ40 при температуре 1400°C. 7. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна АЧС-3 при температуре 1370°C. 8. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна АЧВ-2 при температуре 1450°C. 9. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна АЧК-2 при температуре 1350°C. 10. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидкой стали 20Х13Л, раскисленной алюминием, при температуре 1620°C 11. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидкой стали 12Х18Н9ТЛ при температуре 1650°C 12. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидкой стали 110Г13ФТЛ при температуре 1550°C 13. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидкой стали 30ХНМЛ, раскисленной алюминием, при температуре 1620°C 14. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна ЧС15 при температуре 1570°C. 15. Рассчитать равновесное содержание водорода, азота и кислорода в жидком чугуна ЧНХТ при температуре 1380°C.
КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-1-34;ОПК-1-35;ОПК-1-36	<p>Литейные свойства сплавов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкотекучесть 2. Склонность к образованию в результате кристаллизации структуры сплава (кристаллизация). 3. Усадка и склонность к образованию усадочных раковин и пор. 4. Склонность к поглощению газов и образованию по этой причине дефектов в отливках (газы). 5. Склонность к образованию неметаллических включений. 6. Склонность к ликвации. 7. Склонность к образованию литейных напряжений и трещин.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Курсовой проект	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-34;ОПК-1-36;ОПК-1-35	Подготовка литературного обзора по теме ВКР.
Р2	Домашнее задание №1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-У4	«Термодинамическая оценка эффективности процессов раскисления и десульфурации стали и чугуна», вопросы по ДЗ №1 приведены в приложении.

Р3	Домашнее задание №2	ОПК-1-34;ОПК-1-35;ОПК-1-36;ОПК-1-В2;ОПК-1-У5;ОПК-1-В1;ОПК-1-В3	<p>1. Описать равновесную кристаллизацию двойного сплава N2 . ..состава С0 на диаграмме состояния системы А—В, где все линии солидуса и ликвидуса прямые. Учесть, что равновесная кристаллизация возможна лишь при бесконечном времени процесса, т. е. либо при бесконечно малой скорости охлаждения, либо при бесконечно больших коэффициентах диффузии компонентов сплава во всех существующих фазах и между ними. Указать приблизительно характерные температуры и фазы, существующие на всех этапах охлаждения и кристаллизации. Оценить величину коэффициентов распределения компонентов сплава в ходе кристаллизации твёрдых растворов, учитывая расположение линий ликвидуса и солидуса на том участке диаграммы состояния, где находится рассматриваемый сплав С0 (при этом возможно либо $k_A > 1$; либо $k_A < 1$, $k_B > 1$; либо $k_A = 1$, $k_B = 1$). Вычислить массовые доли структурных и фазовых составляющих после каждого этапа процесса охлаждения и кристаллизации, указать состав фазовых составляющих. Изобразить микроструктуру сплава непосредственно после кристаллизации и указать на рисунке структурные и фазовые составляющие, их массовые доли и состав.</p> <p>2. Описать неравновесную кристаллизацию того же сплава по модели Петрова—Шейля. Указать температуры начала и конца процесса. Отметить характерные температуры и фазы на всех этапах охлаждения и кристаллизации. Считая линии ликвидуса и солидуса прямыми, выходящими из одной точки на данном участке диаграммы состояния, вычислить по формулам массовые доли жидкой и твёрдой фаз при характерных температурах, указать их состав. Изобразить микроструктуру сплава после описанной неравновесной кристаллизации, указать на рисунке структурные и фазовые составляющие, их массовые доли и состав. Если состав неоднороден, указать экстремальные значения в точках микроструктуры.</p> <p>3. Описать неравновесную кристаллизацию того же сплава в условиях, наиболее близких к реальным, когда справедливы соотношения: $\infty > D_{ж} > D_{тв} > 0$. Поскольку коэффициент диффузии в жидкости имеет конечную величину, происходит образование дендритов. Указать температуры начала и конца процесса кристаллизации в принятых условиях. Изобразить структуру сплава после описываемой кристаллизации, указать структурные и фазовые составляющие и их массовые доли. Указать приблизительно состав в центре и на периферии дендритных ячеек и вычислить разницу в содержании компонентов сплава в этих участках, т.е. дендритную ликвацию.</p> <p>Варианты задания и диаграмма состояния А – В приведены в приложении А РПД по курсу «Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения»</p> <p>Требования к оформлению Домашнего задания.</p> <p>Работа должна быть написана на листах формата А4 чётким разборчивым почерком (или распечатана) в соответствии с требованиями ЕСКД. В тексте работы должны быть представлены все произведённые расчёты, все промежуточные и конечные результаты. Допустимы сокращения, только общепринятые в современном русском техническом языке. Задание на работу должно быть помещено непосредственно после титульного листа. Страницы работы должны быть пронумерованы. Листы работы следует скрепить степлером (не скрепкой!). Все использованные данные, кроме тех, что указаны в задании, должны быть снабжены ссылками на источники ([5], [6] и т.д.). Перечень этих источников должен быть в конце работы.</p>
----	---------------------	--	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Для экзамена используются билеты, состоящие из трех вопросов, приведенных ниже.

ОПК-1-31 виды самостоятельной образовательной деятельности для профессионального, личностного, социального и культурного развития

- 1 Перечислите способы ускоренной подготовки производства литых изделий.
- 2 Дайте определение реверсивного инжиниринга и приведите примеры его использования.
- 3 Перечислите основные САД программы и их назначение.

ОПК-1-32 принципы математической логики формирования суждений по естественно-научным, инженерным и социально-экономическим проблемам

- 4 Опишите структуру формата STL и его применение.
- 5 Опишите принцип действия установки оптической оцифровки типа ATOS II.
- 6 Приведите пример плана мероприятий по ускоренной подготовке производства отливки типа лопатки газотурбинного двигателя из титанового сплава.

ОПК-1-33 основные технологии получения металлических отливок

- 7 Опишите структуру формата IGES и его применение.
- 8 Опишите принцип действия установки 3 D печати типа S-15 и ее назначение.
- 9 Для чего применяются САМ программы, и в чем заключается принцип их работы?

ОПК-1-34 физическую химию литейных процессов и систем

- 10 Приведите план мероприятий по ускоренной подготовке производства отливки типа корпуса редуктора из магниевового сплава.
- 11 Опишите принцип действия установки лазерной стереолитографии.
- 12 Какие приемы применяются для уменьшения расхода материалов при изготовлении моделей и форм способом 3D печати?

ОПК-1-35 процессы кристаллизации металлов и сплавов

- 13 Перечислите и опишите технологии быстрого прототипирования.
- 14 Приведите план мероприятий по реверсивному инжинирингу выпускного коллектора дизельного двигателя.
- 15 В чем заключается постобработка прототипов форм и моделей?

ОПК-1-36 основные операции управления структурообразованием и свойствами сплавов и качеством отливок

- 16 Приведите примеры использования станков ЧПУ для ускоренной подготовки производства литых изделий.
- 17 Перечислите и опишите технологии оцифровки литых изделий.
- 18 Перечислите особенности применения технологий ускоренной подготовки производства литых изделий в массовом производстве.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Для допуска на экзамен необходимо выполнение следующих условий:

- Написание на удовлетворительную оценку всех предусмотренных в дисциплине контрольных работ
- Выполнение всех предусмотренных в дисциплине практических занятий
- Сдачу всех предусмотренных домашних работ

Система оценивания:

Домашняя работа должна быть написана на листах формата А4 чётким разборчивым почерком (или распечатана) в соответствии с нормами. В тексте работы должны быть представлены все произведённые расчёты, все промежуточные и конечные результаты. Допустимы сокращения, только общепринятые в современном русском техническом языке. Задание на работу должно быть помещено непосредственно после титульного листа. Страницы работы должны быть пронумерованы. Листы работы следует скрепить степлером (не скрепкой!). Все использованные данные, кроме тех, что указаны в задании, должны быть снабжены ссылками на источники ([5], [6] и т.д.). Перечень этих источников должен быть в конце работы.

При защите домашнего задания студент устно отвечает на вопросы преподавателя по его заданию. Работа считается сданной, если студент смог ответить на вопросы преподавателя.

Оценка результатов контрольных работ. Студент сдает контрольную работу в письменном виде, ответив на все вопросы билета. Удовлетворительная оценка ставится при правильном ответе на половину вопросов.

КП должен быть оформлен в соответствии с нормами.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Белов В. Д., Пикунов М. В., Тен Э. Б., др., Белов В. Д.	Литейное производство: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru/
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	http://elibrary.ru/
Э3	Медиатека МИСиС	https://misis.ru/media-library/
Э4	Реферативная база Scopus	www.scopus.com

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	T-FLEX
П.4	SolidWorks Education 1000 CAMPUS

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	http://elibrary.misis.ru/ - электронная библиотека НИТУ "МИСИС"
И.2	http://biblioclub.ru/ - Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн
И.3	www.sciencedirect.com - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир
И.4	https://link.springer.com - (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

--