

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Основы плавки высокотемпературных сплавов в защитных средах и вакууме

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Новые материалы и цифровые технологии литья металлов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 2

аудиторные занятия

36

самостоятельная работа

108

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	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	108	108	108	108
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*-, старший преподаватель, Фадеев Алексей Владимирович*

Рабочая программа

**Основы плавки высокотемпературных сплавов в защитных средах и вакууме**

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 Metallургия, 22.04.02-ММТ-22-2.plx Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов**

Протокол от 18.05.2021 г., №09/20

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

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	является формирование необходимых знаний:
1.2	- основных принципов и назначения вакуумной плавки металлов и сплавов;
1.3	- основных понятий вакуумной техники;
1.4	- основных принципов расчета конструкций элементов вакуумных систем;
1.5	- основных принципов конструирования методик заливки отливок в вакууме.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Инновационные процессы получения литых заготовок для последующей обработки давлением	
2.2.2	Компьютерные технологии в литейном производстве	
2.2.3	Кристаллизация сплавов в многокомпонентных системах	
2.2.4	Технология пайки металлических и неметаллических материалов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-3: Способен анализировать новые технологические процессы в производстве изделий из металлических и неметаллических материалов**

**Знать:**

ПК-3-34 Ключевые особенности обработки металлических и неметаллических материалов в среде защитных газов и вакууме

ПК-3-35 правила техники безопасности работ на вакуумном оборудовании

ПК-3-33 выявление причин возникновения брака при производстве изделий

ПК-3-31 конструкционные особенности новой техники

ПК-3-32 знать правила и приемы работы с химически активными металлами и сплавами

**Уметь:**

ПК-3-У3 составлять шихтовые ведомости

ПК-3-У4 Выявлять ключевые особенности обработки металлических и неметаллических материалов в среде защитных газов и вакууме

ПК-3-У1 анализировать техническую документацию

ПК-3-У2 оформлять техническую документацию и отчеты

**Владеть:**

ПК-3-В2 методы контроля качества литейных изделий

ПК-3-В1 стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению конструкторской документации

**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. вакуумная техника							

1.1	История развития и применение вакуумной техники. Теоретические основы вакуумной плавки. Единицы измерения вакуума. приборы и средства измерений. /Пр/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.11			
1.2	вакуумные насосы. вакуумные системы, составные элементы, назначения. вакуумные материалы, конструкции и способы изготовления. /Пр/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
1.3	принципиальные вакуумные схемы. ГОСТ. /Пр/	2	1	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.7 Л2.11			
1.4	соотношение единиц давления газа. вакуумные материалы. натекание: внутреннее, внешнее /Пр/	2	3	ПК-3-31	Л1.1Л2.7 Л2.11			
1.5	построение графиков натекания. вакуумные измерения и испытания. /Пр/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.7 Л2.11			
1.6	получение слитков для фасонного литья химически активных металлов и сплавов. /Пр/	2	1	ПК-3-31	Л1.1Л2.7 Л2.11			
1.7	принципы вакуумной плавки. В печах сопротивления, индукционных плавильных печах, дуговых печах, плазменных печах, электроннолучевых печах. плавка на установках УЛВБ. литейные титановые сплавы. химический состав и механические свойства литейных сплавов. контрольная работа 1. /Пр/	2	4	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.1Л2.7 Л2.11		КМ1	
1.8	подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	18	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.9	самостоятельное изучение дополнительной литературы /Ср/	2	37	ПК-3-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Л2.8 Л2.9 Л2.10			
1.10	подготовка к контрольной работе /Ср/	2	5	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1Л2.11			
	<b>Раздел 2. вакуумная плавка металлов и сплавов</b>							
2.1	Фасонные отливки из титана и его сплавов. Классификация титановых сплавов. Особенности формирования титановых отливок. Вакуумные печи для производства титанового литья. /Пр/	2	2	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-У2	Л1.1Л2.2			
2.2	методика проектирования технологии центробежного литья деталей из титановых сплавов. /Пр/	2	1	ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-У3	Л1.1Л2.2			

2.3	дефекты отливок из титановых сплавов и методы их предупреждения. Выбивка и механическая обработка отливок. Контроль качества отливок. /Пр/	2	2	ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-У2 ПК-3-У4 ПК-3-В2	Л1.1Л2.3			
2.4	подготовка и использование отходов при фасонном производстве титановых отливок. методика определения норм расхода материалов. Контрольная работа 2 /Пр/	2	2	ПК-3-32 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2			
2.5	газостатистическая обработка отливок. Модифицирование титановых сплавов. /Пр/	2	1	ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1Л2.11			
2.6	техника безопасности при работе с титаном и его сплавами. Техника безопасности при выполнении работ на вакуумном оборудовании. современное вакуумное оборудование в России и мире. /Пр/	2	1	ПК-3-35	Л1.1Л2.7			
2.7	классификация титановых сплавов. виды литья. особенности формирования отливок в вакууме. /Пр/	2	2	ПК-3-У2	Л1.1Л2.7 Л2.11			
2.8	центробежная заливка. выбор способа литья и положения отливок в форме при центробежной и стационарной заливке. Контрольная работа 3 /Пр/	2	4	ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-У4	Л1.1Л2.7 Л2.11			
2.9	управление процессом питания отливок. питающие прибыли. влияние на работу прибылей. технологические уклоны. процессы плавки. Особенности индукционной и дуговой ганисажной плавки. /Пр/	2	2	ПК-3-У1 ПК-3-У4	Л1.1Л2.7 Л2.11			
2.10	выбивка отливок. дефекты титановых отливок и способы их предупреждения. /Пр/	2	1	ПК-3-У4 ПК-3-В2	Л1.1Л2.7 Л2.11			
2.11	аргонно-дуговая сварка и заварка дефектов. разрезка и обрубка отливок. контроль качества готовой продукции и способы его проведения. /Пр/	2	2	ПК-3-У4 ПК-3-В2	Л1.1Л2.7 Л2.11		КМ2	
2.12	подготовка и использование отходов при фасонном производстве отливок. методика проектирования технологии литья отливок из химически активных металлов и сплавов в вакууме. /Пр/	2	2	ПК-3-У1	Л1.1Л2.7 Л2.11			

2.13	методы модифицирования при вакуумной плавке. методика определения нормы расхода металла при изготовлении фасонных отливок. Сдача реферата. /Пр/	2	2	ПК-3-У1	Л1.1Л2.7 Л2.11			P1
2.14	подготовка к практическим занятиям, подготовка реферата /Ср/	2	10	ПК-3-32 ПК-3-35 ПК-3-У3 ПК-3-В2	Л1.1Л2.7			
2.15	самостоятельное изучение дополнительной литературы /Ср/	2	38	ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.7 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

### 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. Основы вакуумной техники	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>что означает газобалластный вакуумный насос.</p> <p>что такое байпасный трубопровод.</p> <p>что означает форвакуумный насос.</p> <p>состав атмосферного воздуха.</p> <p>вакуумные материалы.</p> <p>когда применяется стационарная заливка.</p> <p>когда применяется центробежная заливка.</p> <p>как можно управлять процессом "питания" отливки.</p> <p>что означает выражение "нижний подвод", "верхний подвод"</p> <p>металла при центробежном способе заливки.</p> <p>схема центробежной заливки. основные элементы металлопровода.</p> <p>что такое гарнисажная плавка.</p> <p>какие преимущества имеет вакуумная плавка.</p> <p>когда необходимо применять вакуумную плавку.</p> <p>выбор оборудования при организации литейного производства.</p>
КМ2	Контрольная работа № 2. Титан и его сплавы. Теория плавки и центробежной заливки	ПК-3-32;ПК-3-34;ПК-3-У3;ПК-3-У4	<p>что такое натекание?</p> <p>что такое выражение вакуумная гигиена.</p> <p>чертеж детали. чертеж отливки. методика заливки.</p> <p>инертные газы и их применение в металлургии.</p> <p>единицы измерения давления.</p> <p>преимущества индукционной плавки при производстве химически активных металлов по сравнению с дуговой гарнисажной плавкой.</p> <p>классификация титановых сплавов.</p> <p>что такое титановая губка. как ее получают.</p> <p>какие вам известны способы получения титановых слитков.</p> <p>какие свойства титана и его сплавов определяют области его применения.</p> <p>литейные титановые сплавы. состав. свойства.</p> <p>что означает выражение "технические условия".</p> <p>что означает выражение "выбор способа литья".</p> <p>четыре стадии движения металла в металлопроводе.</p> <p>область наиболее предпочтительного расположения отливки относительно литникового хода при центробежной заливке.</p> <p>виды и конструкции питающих прибылей.</p> <p>способы влияния на работу прибылей.</p> <p>технологические уклоны.</p>

КМЗ	Контрольная работа № 3. Оборудование для плавки, выбивки, механической обработки и контроля.	ПК-3-В2;ПК-3-В1;ПК-3-У3;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-35;ПК-3-33	печи для плавки химически активных металлов и сплавов. правила безопасности при работе на вакуумных печах. инструкция по охране труда. назначение и составление. требования безопасности при плавке и обработке титановых сплавов. заварка дефектов титановых отливок. аргонодуговая сварка в камере. заварка дефектов вне камеры. способы выбивки отливок. оборудование для механической обработки отливок. режущий инструмент для обработки титановых сплавов. классификация отходов и процент возврата.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-34;ПК-3-В2;ПК-3-В1	Применение титана в народном хозяйстве
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзамен не предусмотрен			

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

Для получения зачета необходимо выполнение следующих условий:  
 Выполнение всех предусмотренных в дисциплине практических занятий  
 Написание всех контрольных работ на оценку не ниже "удовлетворительно"

Контрольные работы сдаются в письменном виде. В каждом билете по три вопроса.  
 Шкала оценивания знаний обучающихся по контрольным работам

Критерий Оцениваемые параметры Оценка в баллах

Ответ на вопрос  
 контрольной  
 работы № 1

Студент предоставил развернутый ответ по теме вопроса 3  
 Студент ответил на вопрос верно, но не в полной мере раскрыл  
 тему вопроса 2  
 Студент ответил на вопрос частично, и допустил некоторые  
 ошибки 1  
 Студент не ответил на вопрос 0

Ответ на вопрос  
 контрольной  
 работы № 2

Студент предоставил развернутый ответ по теме вопроса 3  
 Студент ответил на вопрос верно, но не в полной мере раскрыл  
 тему вопроса 2  
 Студент ответил на вопрос частично, и допустил некоторые  
 ошибки 1  
 Студент не ответил на вопрос 0

Ответ на вопрос  
 контрольной  
 работы № 3

Студент предоставил развернутый ответ по теме вопроса 3  
 Студент ответил на вопрос верно, но не в полной мере раскрыл  
 тему вопроса 2  
 Студент ответил на вопрос частично, и допустил некоторые  
 ошибки 1  
 Студент не ответил на вопрос 0

Максимальная оценка 9 баллов  
 Оценка «отлично» - набранное число баллов составляет 9...8.  
 Оценка «хорошо» - набранное число баллов составляет 7...5.  
 Оценка «удовлетворительно» – набранное число баллов составляет 4...3.  
 Оценка «неудовлетворительно» - набранное число баллов составляет менее 3.  
 Оценка «не явка» - студент не присутствовал на контрольной

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Белов В. Д., Фадеев А. В., Иващенко А. И., Бельтюкова С. О.	Технология вакуумной плавки и литья. Вакуумная плавка и производство фасонных отливок из титана и титановых сплавов: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Илларионов А. Г., Попов А. А.	Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л2.2	Асташинский В. М., Углов В. В., Черенда Н. Н., Шиманский В. И.	Модификация титана при воздействии компрессионными плазменными потоками	Электронная библиотека	Минск: Беларуская навука, 2016
Л2.3	Райхельсон В. А.	Обработка резанием сталей, жаропрочных и титановых сплавов с учетом их физико-механических свойств: научно-практическое издание: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2018
Л2.4	Елютин В. П., Костиков В. А., Лысов Б. С., др.	Высокотемпературные материалы. Ч.2: Получение и физико-химические свойства высокотемпературных материалов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1973
Л2.5	Елютин В. П., Павлов Ю. А.	Высокотемпературные материалы: Ч.1: Физико-химические основы получения тугоплавких материалов: учебник для вузов по спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgizdat, 1972
Л2.6	Глазунов С. Г., Моисеев В. Н., Туманов А. Т.	Конструкционные титановые сплавы	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1974
Л2.7	Сергеев В. В., Безукладников А. Б., Мальшин В. М., Сергеев В. В.	Металлургия титана: учебник для техникумов цв. металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1979
Л2.8	Челноков В. С., Елютин В. П.	Высокотемпературные материалы: Разд.: Высокотемпературные теплозащитные материалы: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.9	МИСиС, Елютин В. П.	Вып.49: Высокотемпературные материалы: Сб.статей	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1968
Л2.10	МИСиС, Елютин В. П.	Вып.138: Высокотемпературные материалы: Сб.статей	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1982
Л2.11	Богатырева Е. В.	Производство тугоплавких редких металлов. Металлургия титана и его соединений (N 3176): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э3	Реферативная база данных по мировым научным публикациям Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com">http://www.webofscience.com</a>
Э4	Национальная электронная библиотека	<a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a>
Э5	Мировая цифровая библиотека	<a href="https://www.wdl.org/ru/">https://www.wdl.org/ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	SolidWorks Education 1000 CAMPUS
-----	----------------------------------

П.2	КОМПАС-3D v17
П.3	Autodesk AutoCAD
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> - электронная библиотека НИТУ "МИСИС"
И.2	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> - Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн
И.3	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир
И.4	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> - (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
А-107	Учебная лаборатория/ Плавильно-формовочная лаборатория:	верстаки формовочные-бшт, бегуны для приготовления формовочной смеси, бункер хранения формовочной смеси, печи сопротивления, печь индукционная РЕЛТЕК, верстак слесарный, стеллаж хранения моделей и стержневых ящиков, стеллаж с опоками, кладовая хранения шихтовых материалов
А-113	Учебная лаборатория/ Лаборатория по определению свойств жидких расплавов:	7 студенческих лабораторных стендов по определению свойств жидких расплавов и обучению студентов навыкам метрологических исследований
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
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.

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

--