



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



Директор  
И.А. Лапин

15.07.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теоретические основы новых**  
**пиromеталлургических процессов**

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 6
в том числе:		
аудиторные занятия	60	
самостоятельная работа	57	
часов на контроль	27	

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	36	36	36	36
Итого ауд.	60	60	60	60
Контактная работа	60	60	60	60
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Разработчик программы:

*д-р техн. наук, проф. кафедры, Жуков Владимир Петрович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теоретические основы новых пирометаллургических процессов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
**металлургии**

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3  
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
-освоение теории современных пирометаллургических технологий производства цветных металлов; -изучение термодинамики и кинетики основных реакций образования штейна (металла), шлака, протекающих в расплавах систем жидких продуктов производства.	
<b>1.1 Задачи</b>	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания; -готовность критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Теплотехника
2.1.2	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.3	Сопротивление материалов
2.1.4	Физико-химия металлургических процессов и систем
2.1.5	Физика
2.1.6	Физическая химия
2.1.7	Высшая математика
2.1.8	Компьютерная графика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Государственная итоговая аттестация
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.4	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-1: готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания</b>	
<b>Знать:</b>	
Классификацию и физико-химических основы современных пирометаллургических процессов.	
<b>Уметь:</b>	
Использовать методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками применять методы определения вероятности протекания различных металлургических реакций.	
<b>ОПК-2: готовность критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
Методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций, обоснования условий переработки сырья цветной металлургии.	
<b>Уметь:</b>	
Формулировать рекомендации по выбору условий переработки сырья цветной металлургии.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками проводить анализ фазового состояния исходных реагентов и продуктов реакций на основе потенциальных диаграмм.	
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. Классификацию и физико-химических основы современных пирометаллургических процессов.
3.1.2	2. Методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций, обоснования условий переработки сырья цветной металлургии.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	1. Использовать методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций.
3.2.2	2. Формулировать рекомендации по выбору условий переработки сырья цветной металлургии.

<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>							
3.3.1	1. применять методы определения вероятности протекания различных металлургических реакций.							
3.3.2	2. Навыками проводить анализ фазового состояния исходных реагентов и продуктов реакций на основе потенциальных диаграмм.							
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Жидкое состояние веществ</b>							
1.1	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Лаб/	6	10	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.3	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Ср/	6	12	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Фазовое состояние в пирометаллургических системах</b>							

2.1	Потенциальные диаграммы системы «Me-S-O». Методика построения потенциальных диаграмм систем применительно к твердофазным процессам окислительного, сульфатизирующего и окислительно-сульфатизирующего обжига сульфидных концентратов. Условия образования и разложения сульфатов в пылегазовых системах автогенных процессов. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Потенциальные диаграммы системы «Me-S-O». Методика построения потенциальных диаграмм систем применительно к твердофазным процессам окислительного, сульфатизирующего и окислительно-сульфатизирующего обжига сульфидных концентратов. Условия образования и разложения сульфатов в пылегазовых системах автогенных процессов. /Ср/	6	6	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Гетерогенные твердофазные реакции и их кинетические особенности</b>							
3.1	Роль воспламенения сульфидов на начальных этапах процесса их окисления в шихтовых факелах автогенных процессов и обжига. Анализ различных моделей массопередачи кислорода к реакционной поверхности для современных окислительных процессов и оценка скорости металлургических реакций с использованием IT технологий. Особенности нестационарной массопередачи. Кинетика окисления сульфидов в интенсивных металлургических процессах. Особенности окисления сульфидов во внутридиффузионном режиме. Влияние кинетических закономерностей на технологические параметры работы промышленных агрегатов. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

3.2	Роль воспламенения сульфидов на начальных этапах процесса их окисления в шихтовых факелах автогенных процессов и обжига. Анализ различных моделей массопередачи кислорода к реакционной поверхности для современных окислительных процессов и оценка скорости металлургических реакций с использованием IT технологий. Особенности нестационарной массопередачи. Кинетика окисления сульфидов в интенсивных металлургических процессах. Особенности окисления сульфидов во внутридиффузионном режиме. Влияние кинетических закономерностей на технологические параметры работы промышленных агрегатов. /Ср/	6	6	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Современное состояние теории восстановительных процессов</b>							
4.1	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Лаб/	6	14	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.3	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Ср/	6	14	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 5. Причины потерь металлов в шлаках</b>							

5.1	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.2	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Лаб/	6	12	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.3	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Ср/	6	13	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Физико-химические основы процессов испарения, возгонки и конденсации</b>							
6.1	Характеристика процессов. Термодинамика. Макромеханизм и кинетика процессов испарения, конденсации. Дистилляция, сублимация, ректификация металлов и их соединений. Теоретические основы процессов возгонки в технологии производства цинка. Анализ поведения летучих компонентов в различных технологических процессах. Физико-химические особенности конденсации, применительно к образованию тонких пылей. /Лек/	6	4	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	Характеристика процессов. Термодинамика. Макромеханизм и кинетика процессов испарения, конденсации. Дистилляция, сублимация, ректификация металлов и их соединений. Теоретические основы процессов возгонки в технологии производства цинка. Анализ поведения летучих компонентов в различных технологических процессах. Физико-химические особенности конденсации, применительно к образованию тонких пылей. /Ср/	6	6	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

#### 4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

#### 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**5.1. Комплект оценочных средств**

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>
Л1.2	Крашенинникова Н. Г., Алибеков С. Я., Фетисов Г. П.	Основы технологии порошковой металлургии: учебное пособие	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459486">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459486</a>
Л1.3	Коршунов В. В., Шибеев Е. А., Павлов В. П.	Расчет шихты для плавки металлов: учебное пособие	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493338">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493338</a>
Л1.4	Богданович К. И.	Серебро, свинец и цинк: монография	Петроград: б.и., 1919	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180</a>

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Макаров А. Н.	Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках	Санкт-Петербург: Лань, 2014	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681</a>
Л2.2	Гулишамбаров С. И.	Благородные металлы и сплавы: монография	Санкт-Петербург: б.и., 1904	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103688">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103688</a>
Л2.3	Летовальцев А. О., Решетникова Е. А.	Химическая технология: металлургия, коррозия металлов и способы защиты от нее, сырьевое и энергетическое обеспечение химических производств, химическое материаловедение: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2019	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577873">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577873</a>

**6.3.1 Перечень программного обеспечения**

6.3.1.1	Microsoft Windows
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.3	Google Chrome
6.3.1.4	Mozilla Firefox
6.3.1.5	7-Zip

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

6.3.2.1	Консультант-плюс
6.3.2.2	Единое окно доступа к информационным ресурсам

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Ауд. №	Назначение	Оснащение
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**



Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины теоретически основы новых пирометаллургических процессов и представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины теоретически основы новых пирометаллургических процессов и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала и подготовку к экзамену.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.