



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



Директор  
И.А. Лапин

15.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретические основы новых пирометаллургических процессов

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy цветных металлов"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля на курсах: экзамены 3
в том числе:		
аудиторные занятия	12	
самостоятельная работа	123	
часов на контроль	9	

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	8	8	8	8
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	123	123	123	123
Часы на контроль	9	9	9	9
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	Соппротивление материалов
2.1.2	Физико-химия металлургических процессов и систем
2.1.3	Физическая химия
2.1.4	Физика
2.1.5	Высшая математика
2.1.6	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>	
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.							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<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/	3	1	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/	3	2	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/	3	30	ОПК-1 ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<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. /Ср/	3	11	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>Интегракт.</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. /Ср/	3	11	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>Интегракт.</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/	3	2	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/	3	4	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/	3	30	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/	3	1	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/	3	2	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/	3	30	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. /Ср/	3	11	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

<b>5.1. Комплект оценочных средств</b>				
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.				
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	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>
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	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>
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
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			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам			
6.3.2.2	Консультант-плюс			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
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.