



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



Директор
И.А. Лапин

15.07.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Теория гидрометаллургических процессов

Закреплена за кафедрой	металлургии	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy цветных металлов"	
Квалификация	бакалавр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: экзамены 6
в том числе:		
аудиторные занятия	48	
самостоятельная работа	33	
часов на контроль	27	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	13 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	24	24	24	24
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	33	33	33	33
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Разработчик программы:

ст. преподаватель, Холод Сергей Иванович; канд. техн. наук, доц. кафедры, Тимофеев Константин Леонидович

Рабочая программа дисциплины

Теория гидрометаллургических 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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
-изучение физико-химических закономерностей гидрометаллургических процессов, термодинамические и кинетические характеристики различных систем цветной металлургии, анализ вероятности протекания гидрометаллургических реакций; -приобретение навыков выбора научно обоснованных режимов гидрометаллургических процессов на основе оценки лимитирующих стадий их протекания.	
1.1 Задачи	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания.	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теплотехника
2.1.2	Сопротивление материалов
2.1.3	Физико-химия металлургических процессов и систем
2.1.4	Физика
2.1.5	Физическая химия
2.1.6	Высшая математика
2.1.7	Компьютерная графика
2.1.8	
2.1.9	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
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
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания	
Знать:	
Классификацию и физико-химические закономерности важнейших гидрометаллургических процессов, составляющих основу производства цветных металлов из рудного и вторичного сырья, особенности термодинамики, кинетики, макромеханизма образования конечных и промежуточных продуктов гидрометаллургических процессов, принципы построения E-pH диаграмм, методологию расчета равновесного состава продуктов металлургических реакций.	
Уметь:	
Выбирать обоснованные режимы процессов выщелачивания, очистки растворов и рафинирования для достижения заданных технико-экономических показателей, методы термодинамики и кинетики, стадийности процесса для определения последовательности химических превращений и поиска закономерностей распределения цветных металлов между продуктами гидрометаллургических операций.	
Владеть:	
Навыками расчета возможных текущих величин извлечения металлов на основе интегральных уравнений формальной кинетики и распределения компонентов в условиях термодинамического равновесия, вероятности и полноты протекания гидрометаллургических реакций в различных системах и проводить их анализ.	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен	
3.1	Знать:
3.1.1	1. Классификацию и физико-химические закономерности важнейших гидрометаллургических процессов, составляющих основу производства цветных металлов из рудного и вторичного сырья, особенности термодинамики, кинетики, макромеханизма образования конечных и промежуточных продуктов гидрометаллургических процессов, принципы построения E-pH диаграмм, методологию расчета равновесного состава продуктов металлургических реакций.
3.2	Уметь:
3.2.1	1. Выбирать обоснованные режимы процессов выщелачивания, очистки растворов и рафинирования для достижения заданных технико-экономических показателей, методы термодинамики и кинетики, стадийности процесса для определения последовательности химических превращений и поиска закономерностей распределения цветных металлов между продуктами гидрометаллургических операций.
3.3	Владеть:

3.3.1	1. Навыками расчета возможных текущих величин извлечения металлов на основе интегральных уравнений формальной кинетики и распределения компонентов в условиях термодинамического равновесия, вероятности и полноты протекания гидromеталлургических реакций в различных системах и проводить их анализ.							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Теоретические основы процессов выщелачивания							
1.1	Энергия Гиббса и энтропия. Термодинамика растворов электролитов. Структура электролитов, их классификация. Термодинамика простого растворения. Растворители (вода, водные растворы солей, кислот, щелочей). Термодинамика процессов выщелачивания, сопровождающихся химическими реакциями. Теоретические основы кинетики выщелачивания. Кинетика выщелачивания дисперсных твердых веществ /Лек/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Энергия Гиббса и энтропия. Термодинамика растворов электролитов. Структура электролитов, их классификация. Термодинамика простого растворения. Растворители (вода, водные растворы солей, кислот, щелочей). Термодинамика процессов выщелачивания, сопровождающихся химическими реакциями. Теоретические основы кинетики выщелачивания. Кинетика выщелачивания дисперсных твердых веществ /Лаб/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.3	Энергия Гиббса и энтропия. Термодинамика растворов электролитов. Структура электролитов, их классификация. Термодинамика простого растворения. Растворители (вода, водные растворы солей, кислот, щелочей). Термодинамика процессов выщелачивания, сопровождающихся химическими реакциями. Теоретические основы кинетики выщелачивания. Кинетика выщелачивания дисперсных твердых веществ /Ср/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Теоретические основы процессов выделения металлов или их соединений из водных растворов							
2.1	Выделение металлов методом кристаллизации солей. Выделение металлов в форме малорастворимых соединений. Осаждение гидроксидов и сульфидов металлов. Выделение металлов с применением неорганических и органических восстановителей. Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и диоксидом серы. /Лек/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.2	Выделение металлов методом кристаллизации солей. Выделение металлов в форме малорастворимых соединений. Осаждение гидроксидов и сульфидов металлов. Выделение металлов с применением неорганических и органических восстановителей. Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и диоксидом серы. /Лаб/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.3	Выделение металлов методом кристаллизации солей. Выделение металлов в форме малорастворимых соединений. Осаждение гидроксидов и сульфидов металлов. Выделение металлов с применением неорганических и органических восстановителей. Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и диоксидом серы. /Ср/	6	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Теория ионообменных и экстракционных процессов							
3.1	Основы ионообменных процессов. Общие сведения, строение и типы ионитов Общие понятия и терминология процессов экстракции. Теоретическое определение числа ступеней экстракции. /Лек/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Основы ионообменных процессов. Общие сведения, строение и типы ионитов Общие понятия и терминология процессов экстракции. Теоретическое определение числа ступеней экстракции. /Лаб/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.3	Основы ионообменных процессов. Общие сведения, строение и типы ионитов Общие понятия и терминология процессов экстракции. Теоретическое определение числа ступеней экстракции. /Ср/	6	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 4. Основы теории электрохимических процессов							
4.1	Электродвижущие силы, электродные потенциалы. Кинетика электродных процессов. Выделение металлов цементацией. Законы электролиза. Теоретические основы гидроэлектрометаллургии цветных металлов. /Лек/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	Электродвижущие силы, электродные потенциалы. Кинетика электродных процессов. Выделение металлов цементацией. Законы электролиза. Теоретические основы гидроэлектрометаллургии цветных металлов. /Лаб/	6	6	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.3	Электродвижущие силы, электродные потенциалы. Кинетика электродных процессов. Выделение металлов цементацией. Законы электролиза. Теоретические основы гидроэлектрометаллургии цветных металлов. /Ср/	6	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 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	https://e.lanbook.com/book/90165			
Л1.2	Баймаков Ю. В.	Электролиз в металлургии		Ленинград, Москва: Металлургиздат НКЧМ СССР, 1939	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132737			
Л1.3	Баймаков Ю. В.	Электролиз в металлургии		Москва: Металлургиздат, 1944	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132738			
6.1.2. Дополнительная литература								
	Авторы, составители	Заглавие		Издательство, год	Эл.адрес			
Л2.1	Мирзоев Р. А., Давыдов А. Д.	Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов		Санкт-Петербург: Лань, 2016	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76036			
Л2.2	Перси Д., Добронизский А. В.	Руководство к металлургии		Москва: Типография А. И. Траншеля, 1869	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220692			
Л2.3	Кащенко Г. А.	Основы металловедения: учебник		Москва, Ленинград: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1959	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210858			
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				

300	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.
Л406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Metallurgy.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат.1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушики лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.
107		Столы с компьютерами с выходом в интернет, стулья, книжные шкафы и стеллажи.
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 теория гидрометаллургических 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 теория гидрометаллургических 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.