

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 13.09.2023 11:40:15

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)

Физические основы магнитных и электрических методов обогащения

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технология минерального сырья

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

66

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	66	66	66	66
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, Заведующий кафедрой, Юшина Т.И.; ктн, Доцент, Думов А.М.; ктн, Доцент, Николаев А.А.

Рабочая программа

Физические основы магнитных и электрических методов обогащения

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 Metallurgy, 22.04.02-ММТ-23-1.plx Технология минерального сырья, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallurgy, Технология минерального сырья, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Протокол от 05.06.2020 г., №8

Руководитель подразделения Юшина Татьяна Ивановна

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является приобретение студентами современного уровня инженерных знаний в области отечественной и мировой науки и практики промышленного применения магнитных, электрических и специальных методов обогащения минерального сырья, в том числе обучение будущих горных инженеров оптимальным вариантам выбора, конструирования, проектирования и эксплуатации процессов и аппаратов магнитных, электрических и специальных методов обогащения и переработки.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Исследование руд на обогатимость	
2.1.2	Контроль технологических процессов обогащения	
2.1.3	Основы обогащения руд цветных металлов	
2.1.4	Рудоподготовка	
2.1.5	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.6	Теория разделения минеральных комплексов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Биотехнология металлов	
2.2.2	Гидрометаллургия	
2.2.3	Гидромеханика и физические основы гравитационных методов обогащения	
2.2.4	Контроль и опробование	
2.2.5	Обезвоживание и обратное водоснабжение	
2.2.6	Проектирование обогатительных фабрик	
2.2.7	Технологическая минералогия	
2.2.8	Типы руд и месторождений	
2.2.9	Физико-химические методы исследования флотационных систем	
2.2.10	Физико-химия поверхности	
2.2.11	Научно-исследовательская практика	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Управление минеральными ресурсами	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Знать:
УК-2-31 закономерности поведения минералов в рабочих зонах магнитных и электрических сепараторов.
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.
Знать:
ПК-1-31 методики исследования обогатимости сырья магнитными и электрическими методами.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-31 технологические приемы и решения в основных областях применения магнитных и электрических методов обогащения полезных ископаемых и перспективы их развития.
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 теоретические основы разделения минеральных частиц в магнитных и электрических полях.

ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Знать:
ПК-2-31 основные процессы и аппараты, отечественные стандарты на них, методики и основы техники безопасной работы с аппаратами магнитного и электрического методов обогащения минерального и техногенного сырья.
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.
Уметь:
ПК-1-У1 проводить научные исследования в области процессов сепарации и разделения минерального сырья магнитными и электрическими методами.
ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Уметь:
ПК-2-У1 осуществлять контроль основных параметров процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 проводить технико-экономическую оценку принимаемых технико-технологических решений и перспектив развития предприятий обогатительного профиля.
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 разрабатывать технологии обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами, а также проектировать, конструировать, монтировать и эксплуатировать соответствующую технику и технологии.
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 обосновывать и выбирать оптимальные процессы и режимы обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.
Владеть:
УК-1-В1 владеть методами и методиками исследования процессов магнитной и электрической сепарации минерального сырья.
ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.
Владеть:
ПК-2-В1 навыками управления и контроля технологических процессов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 иметь навыки проведения научных исследований процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Владеть:
УК-2-В1 иметь навыки расчетов параметров технологических процессов обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.
ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.
Владеть:
ПК-1-В1 навыками организации НИОКР, применения измерительной техники, обнаружения неисправностей, а также работы со справочной литературой, с использованием компьютерной техники и электронных ресурсов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.

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. Принципы разделительного массопереноса в магнитных, электрических и комбинированных сепараторах.							
1.1	1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (4 ч.). /Лаб/	2	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.2	Введение. Принципы разделительного массопереноса в рабочих зонах магнитных, электрических и комбинированных сепараторов. Классификация сепараторов по типу разделительного массопереноса в их рабочих пространствах. Уравнение динамики разделения массопотоков частиц с различными электромагнитными свойствами. Кинетика сепарации. /Лек/	2	4	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Исследование магнитных и электрических свойств минералов. /Пр/	2	3	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.4	Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, к выполнению тестовым заданий. Подготовка и выполнение тестовых заданий. /Ср/	2	14	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

	Раздел 2. Электрические, магнитные и комбинированные поля и свойства частиц разделяемых минералов, влияющие на эффективность сепарации.							
2.1	1. ВЫБОР И РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СЕПАРАТОРА (2 ч.). 2. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ В КОРОННО - ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ (3 ч.). /Лаб/	2	5	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.2	Исследование картины магнитного поля системы с чередующейся полярностью. /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.3	Электрические, магнитные и комбинированные поля и свойства частиц разделяемых минералов, влияющие на эффективность сепарации. Магнитные и электрические свойства и типы вещества. Магнитная флокуляция. Методы измерения основных электрических и магнитных параметров поля и вещества. /Лек/	2	6	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
2.4	Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, к выполнению тестовым заданий. Подготовка и выполнение тестовых заданий. /Ср/	2	16	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
	Раздел 3. Процессы и аппараты для электрического, магнитного и комбинированного обогащения руд и материалов, их классификация, выбор и расчёт сепараторов.							

3.1	<p>1. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО БАРАБАННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД (2 ч.).</p> <p>2. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА (2 ч.).</p> <p>3. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ПОЛИГРАДИЕНТНОГО СЕПАРАТОРА (2 ч.).</p> <p>4. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА (2 ч.). /Лаб/</p>	2	8	<p>УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1</p>	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
3.2	<p>Процессы и аппараты для электрического, магнитного и комбинированного обогащения руд и материалов, их классификация, выбор и расчёт сепараторов. Сепарация кусковых и тонкоизмельченных сильномагнитных материалов. Сепарация зернистых слабомагнитных материалов. Высокоградиентная магнитная сепарация. Комбинированные процессы. Способы электрической зарядки частиц разделяемых минералов, конструкции заряжающих веществ. Электростатическая, коронно-электростатическая, трибоадгезионная, диэлектрическая сепарация. Комбинированные процессы. Факторы, влияющие на эффективность магнитных, электрических и комбинированных процессов сепарации. /Лек/</p>	2	7	<p>УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31</p>	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

3.3	<p>1. Исследование сухой центробежной магнитной сепарации тонкоизмельченных магнетитовых кварцитов (4 ч.).</p> <p>2. Исследование процессов намагничивания и размагничивания магнетитовой пульпы (4 ч.).</p> <p>3. Исследование магнитной сепарации слабомагнитных зернистых минералов на индукционно-роликовом сепараторе (6 ч.).</p> <p>4. Исследование электрической сепарации россыпных руд редких металлов на коронно-барабанном сепараторе типа ЭС-3 (4 ч.).</p> <p>5. Исследование процесса отделения лома цветных металлов от стекла и пластмасс (отходы электронной промышленности) на электродинамическом сепараторе (6 ч.). /Пр/</p>	2	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
3.4	<p>Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, к выполнению тестовым заданий. Подготовка и выполнение тестовых заданий. /Ср/</p>	2	36	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль, направленный на формирование следующих компетенций:

- УК-1-31 теоретические основы разделения минеральных частиц в магнитных и электрических полях.
- УК-2-31 закономерности поведения минералов в рабочих зонах магнитных и электрических сепараторов.
- ОПК-1-31 технологические приемы и решения в основных областях применения магнитных и электрических методов обогащения полезных ископаемых и перспективы их развития.
- ПК-1-31 методики исследования обогатимости сырья магнитными и электрическими методами.
- ПК-2-31 основные процессы и аппараты, отечественные стандарты на них, методики и основы техники безопасной работы с аппаратами магнитного и электрического методов обогащения минерального и техногенного сырья.
- УК-1-У1 обосновывать и выбирать оптимальные процессы и режимы обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.
- УК-2-У1 разрабатывать технологии обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами, а также проектировать, конструировать, монтировать и эксплуатировать соответствующую технику и технологии.
- ОПК-1-У1 проводить технико-экономическую оценку принимаемых технико-технологических решений и перспектив развития предприятий обогатительного профиля.
- ПК-1-У1 проводить научные исследования в области процессов сепарации и разделения минерального сырья магнитными и электрическими методами.
- ПК-2-У1 осуществлять контроль основных параметров процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.
- УК-1-В1 владеть методами и методиками исследования процессов магнитной и электрической сепарации минерального сырья.
- УК-2-В1 иметь навыки расчетов параметров технологических процессов обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.
- ОПК-1-В1 иметь навыки проведения научных исследований процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.
- ПК-1-В1 навыками организации НИОКР, применения измерительной техники, обнаружения неисправностей, а также работы со справочной литературой, с использованием компьютерной техники и электронных ресурсов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.
- ПК-2-В1 навыками управления и контроля технологических процессов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.

Оценочные средства текущего контроля по дисциплине, направленные на контроль формирования компетенций, состоят из контрольных вопросов по тематике лекционных и практических занятий, лабораторных и контрольных работ, промежуточного тестирования.

Вопросы к экзамену:

1. Назовите необходимые и достаточные условия для применения метода магнитного обогащения.
2. Под действием каких сил образуется веер продуктов в коронно-электростатическом сепараторе ЭКС - 1250.
3. Силы, возникающие в электрических, магнитных и комбинированных полях и участвующие в процессах сепарации.
4. Критерий деления вещества на проводники, полупроводники и диэлектрики.
5. Сепаратор 2 ЭВС – 36/100. Конструкция, принцип действия, обогащаемые материалы.
6. Типы электродов в электростатических и коронных сепараторах.
7. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с верхним питанием. Характеристика сил, действующих на частицы.
8. Факторы, влияющие на знак и величину заряда частиц при трибоэлектризации.
9. Принципы расчёта электромагнитных цепей сепаратора, свободная ЭДС цепи.
10. Предложите принципиальную схему и аппаратное оформление для разделения вольфрамит–касситеритового концентрата крупностью 95% класса – 74 мкм.
11. Силы, действующие на частицы в однородных и неоднородных электрических полях. Возможность разделения смесей минералов в однородных и неоднородных электрических полях.
12. Принцип расчёта сепаратора с постоянными магнитными полями.
13. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с прямооточной ванной. Область применения сепараторов с прямооточной ванной.
14. Коронный разряд. Причины возникновения, свойства, области применения.
15. Общий алгоритм проектирования магнитных и электрических сепараторов.
16. Подготовка материала перед электрическим обогащением. Цели и способы.
17. Высокоградиентные магнитные сепараторы. Принцип действия и конструкция.
18. Электродинамическая сепарация.
19. Сепаратор ПЭСС. Конструкция, метод заряжения частиц, применение.
20. Комбинированные сепараторы, использующие магнитные и электрические поля (магнито-электродинамический сепаратор)
21. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с противоточной ванной. Область применения сепараторов с противоточной ванной.
22. Коронно–электростатический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения.
23. Фотометрические методы обогащения.

24. Электропроводность частиц минералов. Виды, влияние на поведение частиц, способы изменения.
25. Магнитные сепараторы с полупротивоточной ванной. Принцип действия, конструкция, область применения.
26. Вспомогательное и подготовительное магнитное оборудование для магнитного обогащения.
27. Камерные коронно-электростатические сепараторы. Конструкция, метод заряжения частиц, применение.
28. Принципиальная технологическая схема обогащения руд марганца и хрома.
29. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара- и ферромагнетики.
30. Трибоэлектрический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения.
31. Принципиальная технологическая схема обогащения железных руд.
32. Постоянные магниты. Материалы и способы изготовления, применение при магнитной сепарации, достоинства и недостатки по сравнению с электромагнитами.
33. Методы сообщения частицам минералов электрического заряда.
34. Комбинированная схема электромагнитного обогащения руд редких металлов.
35. Классификация магнитных систем сепараторов по основным параметрам. Области применения.
36. Использование электромагнитных сепараторов на фабриках по переработке промышленных и бытовых отходов.
37. Ферромагнетики. Свойства, доменная структура, насыщение, точка Кюри, гистерезис.
38. Влияние содержания магнитных минералов на магнитные свойства руды.
39. Принципы и закономерности магнитной флокуляции и её влияние на процесс обогащения.
40. Силы, действующие на частицы минералов при электрическом обогащении.
41. Магнитные поля сверхпроводящих систем для различных сепараторов.
42. Выбрать сепаратор для отделения вольфрамита от кварца.
43. Магнитная флокуляция. Причины возникновения, влияние на процесс обогащения руд.
44. Объемная, поверхностная и контактная проводимость частиц минералов. Влияние на процесс обогащения, способы изменения.
45. Пондеромоторные силы ближнего и дальнего действия, используемые в процессах сепарации.
46. Магнитные системы с чередованием полюсов и без чередования полюсов. Конструкция, области применения.
47. Подготовка материала перед электрическим обогащением.
48. Равнопритягаемость и изодинамичность поля.
49. Силы, действующие на частицы минералов в камерном коронно-электростатическом сепараторе.
50. Уравнение кинетики сепарационного массопереноса.
51. Магнитные поля открытых систем с чередующейся полярностью.
52. Высокоградиентный роторный сепаратор. Конструкция, основные технические параметры, область применения.
53. Траектории движения частиц в камерном коронно-электростатическом сепараторе.
54. Использование электромагнитного поля для разделения минералов.
55. Ферромагнитный наполнитель в высокоградиентных сепараторах. Требования к свойствам.
56. Предложите технологическую схему и аппаратурное оформление для разделения смеси ильменита, магнетита, касситерита и кварца.
57. Работа выхода электронов. Влияние работы выхода электронов на заряжение частиц при помощи трибоэффекта.
58. Выбор материала для зарядного устройства трибоэлектростатического сепаратора.
59. Валковые магнитные сепараторы. Конструкция, основные параметры, область применения.
60. Доменная структура ферромагнетиков. Взаимодействие ферромагнетиков с магнитным полем.
61. Сравнение коронно – электростатических и трибоэлектростатических сепараторов. Сходство и различие в конструкциях, области применения.
62. Технологические схемы обогащения, использующие магнитные, электрические и специальные методы обогащения.
63. Чем определяется профиль валка и минимальный зазор между валком и полюсом электромагнита в валковых электромагнитных сепараторах.

Перечень примерных вопросов на текущем контроле на лабораторных занятиях:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО БАРАБАННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ СИЛЬНОМАГНИТНЫХ РУД.

1. Сформулируйте теоретические основы магнитного обогащения.
2. Расскажите о сущности магнитной сепарации, аппаратах для её использования и областях использования.
3. От чего зависит сила, действующая на магнитную частицу в магнитном поле сепаратора?
4. Расскажите о классификации минералов по магнитным свойствам.
5. Расскажите о влиянии флокулообразования на сепарацию минералов?
6. При каких условиях для разделения двух минералов можно применять магнитную сепарацию?
7. Какие факторы влияют на эффективность магнитного обогащения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.

1. Как классифицируются минералы и руды по магнитным свойствам?
2. К какому типу относится опытный образец по магнитным свойствам?
3. Как ведут себя сильномагнитные, слабомагнитные и немагнитные минералы в катушке соленоида?
4. Приведите примеры минералов: сильномагнитных, слабомагнитных и немагнитных, кроме магнетита, гематита и кварца.
5. Расскажите о влиянии показателей петли гистерезиса на дальнейшее изучение обогатимости минералов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА РОЛИКОВОМ МАГНИТНОМ СЕПАРАТОРЕ.

1. Сформулируйте теоретические основы магнитного обогащения.
2. Расскажите о сущности магнитной сепарации, аппаратах для её использования и областях использования.
3. От чего зависит сила, действующая на магнитную частицу в магнитном поле сепаратора?
4. Расскажите о классификации минералов по магнитным свойствам.
5. Что называется удельной магнитной восприимчивостью вещества?
6. При каких условиях для разделения двух минералов можно применять магнитную сепарацию?
7. Какие факторы влияют на эффективность магнитного обогащения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ВЫСОКОГРАДИЕНТНОГО СЕПАРАТОРА.

1. Сформулируйте теоретические основы обогащения высокоградиентной сепарацией.
2. Какова область применения ВГМС?
3. Расскажите о недостатках и достоинствах высокоградиентных магнитных сепараторов?
4. Что может быть использовано в качестве высокоградиентной (полиградиентной) среды или матрицы?
5. Какие технические характеристики сепаратора влияют на технологические показатели обогащения?
6. Перечислите факторы, влияющие на эффективность ВГМС?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ИЗУЧЕНИЕ И РАСЧЕТ КАРТИНЫ ПОЛЯ НАПРЯЖЕННОСТИ И МАГНИТНЫХ СИЛ.

1. Сформулируйте теоретические принципы расчета магнитных систем сепаратора.
2. Как определить оптимальный шаг полюсов, и на какие показатели он влияет?
3. Расскажите о магнитных полях открытых и закрытых систем.
4. Расскажите о методах расчета магнитных систем.
5. Какова роль соотношения радиальной и тангенциальной составляющих магнитной силы?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА.

1. Каковы области применения электродинамической сепарации?
2. Какие электрические свойства минералов Вы знаете?
3. Приведите примеры минералов-проводников и диэлектриков, кроме кварца и пирита.
4. Какие технические характеристики электродинамического сепаратора влияют на технологические показатели обогащения?
5. Перечислите факторы, влияющие на эффективность электродинамической сепарации.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ В КОРОННО-ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОГАЩЕНИЯ.

1. Сформулируйте теоретические основы электрического обогащения.
2. Какие процессы электрической сепарации используются? Каковы области их применения?
3. Какие электрические свойства минералов вы знаете, и как ведут себя проводники, полупроводники и диэлектрики в электрическом поле сепаратора?
4. Приведите примеры минералов-проводников и диэлектриков, кроме кварца и пирита.
5. Какие технические характеристики электросепаратора влияют на технологические показатели электрического обогащения?
6. Перечислите факторы, влияющие на эффективность электрической сепарации?

Оценочные средства также состоят из контрольных вопросов по тематике лекционных занятий, лабораторных работ.
Примеры контрольных работ:

Контрольная работа №1 вариант 1

1. Процессы магнитного и электрического обогащения и их технологические задачи.
2. Методы прямой сепарации.

Контрольная работа №1 вариант 2

1. Силовой режим разделения минералов в процессах сепарации.
2. Уравнения динамики сепарации отдельных частиц при извлечении при прямоточной мокрой сепарации.

Контрольная работа №1 вариант 3

1. Динамика частиц при сепарации в электрических полях.
2. Силы, действующие на частицу, находящуюся на поверхности заземленного барабана.

Контрольная работа №2 вариант 1

1. Разность потенциалов и потенциальная функция магнитного поля.
2. Обобщенный закон электромагнитной индукции.

Контрольная работа №2 вариант 2

1. Закон полного тока.

2. Градиент скалярной функции потенциала магнитного поля.

Контрольная работа №2 вариант 3

1. Силы, действующие на частицы вещества в физических полях, используемых в магнитных полях.
2. Закон магнитной цепи.

Контрольная работа №3 вариант 1

1. Поведение флокул во вращающемся магнитном поле.
2. Управление магнитной флокуляцией в процессах магнитного обогащения.

Контрольная работа №3 вариант 2

1. Разделение минералов в поляризованных магнитных или электрических средах (жид-костях), помещенных в неоднородное магнитное поле.
2. Магнитные жидкости и способы их получения.

Контрольная работа №3 вариант 3

1. Области применения феррогидростатических сепараторов.
2. Основные физические принципы высокоградиентной (полиградиентной) магнитной сепарации.

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

1. Какова роль процессов магнитного и электрического обогащения при переработке минерального сырья.
 - 1.1. Высвобождение зерен ценного минерала от окружающих зерен других минералов и пустой породы.
 - 1.2. Выделение из массы руды материала заданного состава.
 - 1.3. Разделение механических смесей частиц с различными электромагнитными свойствами.
 - 1.4. Уменьшение крупности кусков руды.
2. Разделение минеральных смесей по магнитным свойствам возможно в:
 - 2.1. Однородном магнитном поле.
 - 2.2. Неоднородном магнитном поле, создаваемом постоянным магнитом или электромагнитом постоянного тока.
 - 2.3. Как в однородном, так и в неоднородном магнитном поле.
 - 2.4. В поле, создаваемом электромагнитом переменного тока.
3. Немагнитные минералы относятся к:
 - 3.1. Диамагнетикам.
 - 3.2. Диамагнетикам и парамагнетикам.
 - 3.3. Парамагнетикам.
 - 3.4. Ферромагнетикам.
4. Ферромагнетизм является свойством.
 - 4.1. Атомов.
 - 4.2. Молекул.
 - 4.3. Вещества.
 - 4.4. Минерала.
 - 4.5. Горной породы.
5. Промышленные постоянные магниты с максимальной индукцией изготавливаются из:
 - 5.1. Карбида вольфрама
 - 5.2. Феррита бария
 - 5.3. Сплава ЮНДК
 - 5.4. Сплава неодим – железо – бор.
6. Основное преимущество замкнутой магнитной системы перед открытой.
 - 6.1. Простота конструкции
 - 6.2. Высокая напряженность поля
 - 6.3. Меньшая масса
 - 6.4. Коррозионная устойчивость
 - 6.5. Меньшие потери на вихревые токи.
7. Сила, действующая на ферромагнитную частицу, направлена:
 - 7.1. В направлении увеличения напряженности поля.
 - 7.2. В направлении уменьшения напряженности поля.
 - 7.3. Не зависит от градиента.
 - 7.4. Перпендикулярно градиенту напряженности.
8. Как изменить магнитную проницаемость вакуума μ_0 .
 - 8.1. Изменить напряженность поля.

- 8.2. Изменить материал сердечника электромагнита.
- 8.3. Изменить невозможно.
- 8.4. Изменить зазор между полюсами электромагнита.
- 8.5. Использовать сверхпроводящий электромагнит.

9. Обогащение железистых кварцитов крупностью $-0,01$ мм производится:

- 9.1. В барабанных сепараторах сухого типа.
- 9.2. В барабанных сепараторах мокрого типа с прямоточной ванной.
- 9.3. В барабанных сепараторах мокрого типа с противоточной ванной.
- 9.4. В барабанных сепараторах мокрого типа с полупротивоточной ванной.
- 9.5. На валковых сепараторах мокрого типа.

10. Обогащение ильменитового черного концентрата крупностью $-1+0,074$ мм производится:

- 10.1. На ленточных сепараторах с магнитной системой из сплава Nd-Fe-B.
- 10.2. В барабанных сепараторах мокрого типа с прямоточной ванной.
- 10.3. В барабанных сепараторах мокрого типа с противоточной ванной
- 10.4. На валковых сепараторах мокрого типа.
- 10.5. На валковых сепараторах сухого типа.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По дисциплине, изучаемой во 2 семестре, в процессе текущего контроля предусмотрено выполнение лабораторных и практических занятий, 3 контрольных работ (по каждому разделу дисциплины) и промежуточного тестирования в рамках текущей аттестации, направленных на контроль формируемых компетенций :

УК-1-31 теоретические основы разделения минеральных частиц в магнитных и электрических полях.

УК-2-31 закономерности поведения минералов в рабочих зонах магнитных и электрических сепараторов.

ОПК-1-31 технологические приемы и решения в основных областях применения магнитных и электрических методов обогащения полезных ископаемых и перспективы их развития.

ПК-1-31 методики исследования обогатимости сырья магнитными и электрическими методами.

ПК-2-31 основные процессы и аппараты, отечественные стандарты на них, методики и основы техники безопасной работы с аппаратами магнитного и электрического методов обогащения минерального и техногенного сырья.

УК-1-У1 обосновывать и выбирать оптимальные процессы и режимы обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.

УК-2-У1 разрабатывать технологии обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами, а также проектировать, конструировать, монтировать и эксплуатировать соответствующую технику и технологии.

ОПК-1-У1 проводить технико-экономическую оценку принимаемых технико-технологических решений и перспектив развития предприятий обогатительного профиля.

ПК-1-У1 проводить научные исследования в области процессов сепарации и разделения минерального сырья магнитными и электрическими методами.

ПК-2-У1 осуществлять контроль основных параметров процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.

УК-1-В1 владеть методами и методиками исследования процессов магнитной и электрической сепарации минерального сырья.

УК-2-В1 иметь навыки расчетов параметров технологических процессов обогащения полезных ископаемых магнитными и электрическими методами.

ОПК-1-В1 иметь навыки проведения научных исследований процессов сепарации и разделения минерального сырья в магнитных и электрических полях.

ПК-1-В1 навыками организации НИОКР, применения измерительной техники, обнаружения неисправностей, а также работы со справочной литературой, с использованием компьютерной техники и электронных ресурсов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.

ПК-2-В1 навыками управления и контроля технологических процессов в области магнитных и электрических методов обогащения минерального сырья.

По дисциплине предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовка к выполнению практических занятий;
- самостоятельное изучение учебных тем;
- оформление отчетов по лабораторным работам;
- подготовка к контрольным работам и промежуточному тестированию;
- самостоятельная работа в компьютерных классах и библиотеке;
- поиск и аннотирование электронных ресурсов и др. учебно-методических материалов при подготовке к занятиям и проработке лекционного материала.

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

По дисциплине предусмотрен экзамен во 2 семестре. Экзаменационный билет содержит 5 вопросов. Экзаменационные билеты находятся в фонде оценочных средств учебно-методического комплекса по дисциплине на кафедре ОПИ.

За каждый правильный ответ на вопрос устанавливается один балл. Оценка за экзамен - сумма баллов.

«Отлично» - 5 баллов.

«Хорошо» - 4 балла.

«Удовлетворительно» - 3 балла.

«Неудовлетворительно» - 2 и менее баллов.

Пример экзаменационного билета:

1. Силы, возникающие в электрических, магнитных и комбинированных полях и участвующие в процессах сепарации.
2. Подготовка материала перед электрическим обогащением. Цели и способы.
3. Уравнение кинетики сепарационного массопереноса.
4. Валковые магнитные сепараторы. Конструкция, основные параметры, область применения.
5. Технологические схемы обогащения, использующие магнитные, электрические и специальные методы обогащения.

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все практические работы на практических занятиях;
- выполнены и защищены все лабораторные работы на лабораторных занятиях;

- выполнены все контрольные работы (3 к/р);
- промежуточное и итоговое тестирование выполнено с результатами:
 - от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»;
 - от 50 и менее 75 % – «хорошо»;
 - от 75 до 100 – %«отлично»;
- экзамен сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Вопросы к экзамену:

1. Назовите необходимые и достаточные условия для применения метода магнитного обогащения.
2. Под действием каких сил образуется веер продуктов в коронно-электростатическом сепараторе ЭКС - 1250.
3. Силы, возникающие в электрических, магнитных и комбинированных полях и участвующие в процессах сепарации.
4. Критерий деления вещества на проводники, полупроводники и диэлектрики.
5. Сепаратор 2 ЭВС – 36/100. Конструкция, принцип действия, обогащаемые материалы.
6. Типы электродов в электростатических и коронных сепараторах.
7. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с верхним питанием. Характеристика сил, действующих на частицы.
8. Факторы, влияющие на знак и величину заряда частиц при трибоэлектризации.
9. Принципы расчёта электромагнитных цепей сепаратора, свободная ЭДС цепи.
10. Предложите принципиальную схему и аппаратное оформление для разделения вольфрамит–касситеритового концентрата крупностью 95% класса – 74 мкм.
11. Силы, действующие на частицы в однородных и неоднородных электрических полях. Возможность разделения смесей минералов в однородных и неоднородных электрических полях.
12. Принцип расчёта сепаратора с постоянными магнитными полями.
13. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с проточной ванной. Область применения сепараторов с проточной ванной.
14. Коронный разряд. Причины возникновения, свойства, области применения.
15. Общий алгоритм проектирования магнитных и электрических сепараторов.
16. Подготовка материала перед электрическим обогащением. Цели и способы.
17. Высокоградиентные магнитные сепараторы. Принцип действия и конструкция.
18. Электродинамическая сепарация.
19. Сепаратор ПЭСС. Конструкция, метод заряжения частиц, применение.
20. Комбинированные сепараторы, использующие магнитные и электрические поля (магнито-электродинамический сепаратор)
21. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с противоточной ванной. Область применения сепараторов с противоточной ванной.
22. Коронно–электростатический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения.
23. Фотометрические методы обогащения.
24. Электропроводность частиц минералов. Виды, влияние на поведение частиц, способы изменения.
25. Магнитные сепараторы с полупротивоточной ванной. Принцип действия, конструкция, область применения.
26. Вспомогательное и подготовительное магнитное оборудование для магнитного обогащения.
27. Камерные коронно-электростатические сепараторы. Конструкция, метод заряжения частиц, применение.
28. Принципиальная технологическая схема обогащения руд марганца и хрома.
29. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара- и ферромагнетизма.
30. Трибоэлектрический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения.
31. Принципиальная технологическая схема обогащения железных руд.
32. Постоянные магниты. Материалы и способы изготовления, применение при магнитной сепарации, достоинства и недостатки по сравнению с электромагнитами.
33. Методы сообщения частицам минералов электрического заряда.
34. Комбинированная схема электромагнитного обогащения руд редких металлов.
35. Классификация магнитных систем сепараторов по основным параметрам. Области применения.
36. Использование электромагнитных сепараторов на фабриках по переработке промышленных и бытовых отходов.
37. Ферромагнетизма. Свойства, доменная структура, насыщение, точка Кюри, гистерезис.
38. Влияние содержания магнитных минералов на магнитные свойства руды.
39. Принципы и закономерности магнитной флокуляции и её влияние на процесс обогащения.
40. Силы, действующие на частицы минералов при электрическом обогащении.
41. Магнитные поля сверхпроводящих систем для различных сепараторов.
42. Выбрать сепаратор для отделения вольфрамита от кварца.
43. Магнитная флокуляция. Причины возникновения, влияние на процесс обогащения руд.
44. Объемная, поверхностная и контактная проводимость частиц минералов. Влияние на процесс обогащения, способы изменения.
45. Пондеромоторные силы ближнего и дальнего действия, используемые в процессах сепарации.
46. Магнитные системы с чередованием полюсов и без чередования полюсов. Конструкция, области применения.
47. Подготовка материала перед электрическим обогащением.
48. Равнопритягаемость и изодинамичность поля.
49. Силы, действующие на частицы минералов в камерном коронно-электростатическом сепараторе.
50. Уравнение кинетики сепарационного массопереноса.
51. Магнитные поля открытых систем с чередующейся полярностью.

52. Высокоградиентный роторный сепаратор. Конструкция, основные технические параметры, область применения.
53. Траектории движения частиц в камерном коронно-электростатическом сепараторе.
54. Использование электромагнитного поля для разделения минералов.
55. Ферромагнитный наполнитель в высокоградиентных сепараторах. Требования к свойствам.
56. Предложите технологическую схему и аппаратурное оформление для разделения смеси ильменита, магнетита, касситерита и кварца.
57. Работа выхода электронов. Влияние работы выхода электронов на зарядание частиц при помощи трибоэффекта.
58. Выбор материала для зарядного устройства трибоэлектростатического сепаратора.
59. Валковые магнитные сепараторы. Конструкция, основные параметры, область применения.
60. Доменная структура ферромагнетиков. Взаимодействие ферромагнетиков с магнитным полем.
61. Сравнение коронно – электростатических и трибоэлектростатических сепараторов. Сходство и различие в конструкциях, области применения.
62. Технологические схемы обогащения, использующие магнитные, электрические и специальные методы обогащения.
63. Чем определяется профиль вала и минимальный зазор между валком и полюсом электромагнита в валковых электромагнитных сепараторах.

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

1. Какова роль процессов магнитного и электрического обогащения при переработке минерального сырья.
 - 1.1. Высвобождение зерен ценного минерала от окружающих зерен других минералов и пустой породы.
 - 1.2. Выделение из массы руды материала заданного состава
 - 1.3. Разделение механических смесей частиц с различными электромагнитными свойствами.
 - 1.4. Уменьшение крупности кусков руды.
2. Разделение минеральных смесей по магнитным свойствам возможно в:
 - 2.1. Однородном магнитном поле
 - 2.2. Неоднородном магнитном поле, создаваемом постоянным магнитом или электромагнитом постоянного тока.
 - 2.3. Как в однородном, так и в неоднородном магнитном поле
 - 2.4. В поле, создаваемом электромагнитом переменного тока.
3. Немагнитные минералы относятся к:
 - 3.1. Диамагнетикам.
 - 3.2. Диамагнетикам и парамагнетикам.
 - 3.3. Парамагнетикам.
 - 3.4. Ферромагнетикам.
4. Ферромагнетизм является свойством.
 - 4.1. Атомов.
 - 4.2. Молекул.
 - 4.3. Вещества.
 - 4.4. Минерала.
 - 4.5. Горной породы.
5. Промышленные постоянные магниты с максимальной индукцией изготавливаются из:
 - 5.1. Карбида вольфрама.
 - 5.2. Феррита бария.
 - 5.3. Сплава ЮНДК.
 - 5.4. Сплава неодим – железо – бор.
6. Основное преимущество замкнутой магнитной системы перед открытой.
 - 6.1. Простота конструкции.
 - 6.2. Высокая напряженность поля.
 - 6.3. Меньшая масса.
 - 6.4. Коррозионная устойчивость.
 - 6.5. Меньшие потери на вихревые токи.
7. Сила, действующая на ферромагнитную частицу, направлена:
 - 7.1. В направлении увеличения напряженности поля.
 - 7.2. В направлении уменьшения напряженности поля.
 - 7.3. Не зависит от градиента.
 - 7.4. Перпендикулярно градиенту напряженности.
8. Как изменить магнитную проницаемость вакуума μ_0 .
 - 8.1. Изменить напряженность поля.
 - 8.2. Изменить материал сердечника электромагнита.
 - 8.3. Изменить невозможно.
 - 8.4. Изменить зазор между полюсами электромагнита.

8.5. Использовать сверхпроводящий электромагнит.

9. Обогащение железистых кварцитов крупностью $-0,01$ мм производится:

- 9.1. В барабанных сепараторах сухого типа.
- 9.2. В барабанных сепараторах мокрого типа с прямоточной ванной.
- 9.3. В барабанных сепараторах мокрого типа с противоточной ванной.
- 9.4. В барабанных сепараторах мокрого типа с полупротивоточной ванной.
- 9.5. На валковых сепараторах мокрого типа.

10. Обогащение ильменитового черного концентрата крупностью $-1+0,074$ мм производится:

- 10.1. На ленточных сепараторах с магнитной системой из сплава Nd-Fe-B.
- 10.2. В барабанных сепараторах мокрого типа с прямоточной ванной.
- 10.3. В барабанных сепараторах мокрого типа с противоточной ванной.
- 10.4. На валковых сепараторах мокрого типа.
- 10.5. На валковых сепараторах сухого типа.

Тестовые задания находятся в фонде оценочных средств учебно-методического комплекса по дисциплине на кафедре ОПИ.

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

По дисциплине предусмотрен экзамен во 2 семестре. Экзаменационный билет содержит 5 вопросов. Экзаменационные билеты находятся в фонде оценочных средств учебно-методического комплекса по дисциплине на кафедре ОПИ.

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все практические работы на практических занятиях;
- выполнены и защищены все лабораторные работы на лабораторных занятиях;
- выполнены все контрольные работы (3 к/р);
- промежуточное и итоговое тестирование выполнено с результатами:
 - от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»;
 - от 50 и менее 75 % – «хорошо»;
 - от 75 до 100 – %«отлично»;
- экзамен сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Общие критерии уровней освоения компетенций:

Отсутствие сформированности компетенции:

Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении задач, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины ("неудовлетворительно").

Пороговый:

Если обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных задач в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне ("удовлетворительно").

Повышенный:

Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучающегося при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке ("хорошо").

Продвинутый:

Обучающийся демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных задач в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на продвинутом уровне. Присутствие сформированной компетенции на продвинутом уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи ("отлично").

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кармазин В. В., Кармазин В. И.	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2005

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Пантелеева Н. Ф., Думов А. М.	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л2.2	Пантелеева Н. Ф., Думов А. М.	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Электрические методы обогащения полезных ископаемых: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронный ресурс Каталог Заглавие: Магнитные, электрические и специальные методы обогащения : практикум Автор: Кармазин В. В. Издательство: [МГГУ] Год издания: 2012	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	ЭБС "Лань" (https://e.lanbook.com)
И.2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)
И.3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир (www.sciencedirect.com)
И.4	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций (www.scopus.com)
И.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-134	Учебная аудитория	сепараторы магнитные 138СЭ - 2 шт., сепараторы коронно-электростатические ЭС-2 и ЭС-3, весы лабораторные, весы аналитические, сепаратор электромагнитный ЭБМ 32/20 ("Механобр-техника"), электромагнитные анализаторы -2 шт.
Л-132	Учебная аудитория	столы концентрационные СКЛ-2 - 3 шт., столы сухого трения - 2 шт., сепаратор винтовой лабораторный, машина отсадочная лабораторная ОМЛ, макет колесного тяжелосреднего сепаратора, трубка Монро, насос-воронки лабораторные с комплектами гидроциклонов - 2 шт., экран, стойка под проектор с компьютером, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест

Л-140	Учебная лаборатория подготовительных процессов:	дробилки производства "Механобр-техника": щековые ДЩ 80x150 и ДЩ 60x100, валковая ДГ 200x125, молотковая МД 3x2, конусные инерционные КИД 60; истиратель вибрационный стаканчиковый ИВЧ 3, грохот ГИЛ 0,5, анализаторы ситовые АСВ 200, весы лабораторные, комплект учебной мебели на 12 рабочих мест
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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендуемая дополнительная литература, имеющаяся в библиотеке кафедры ОПИ:

1. Кравец Б.Н. Специальные и комбинированные методы обогащения: Учебник для вузов.- М.: Недра, 1986. –304 с.
2. Справочник по обогащению руд. Основные процессы/ Под редакцией О.С.Богданова М.: Недра, 1983 . – 381 с.
3. Справочник по обогащению руд. Вспомогательные и специальные процессы / Под редакцией О.С.Богданова М.: Недра, 1983 . – 321 с.
4. Кармазин В.В., Палин И.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения: Лабораторный практикум.- М.: 2007.
5. Замыцкий В.С., Великий М.И. Эксплуатация и ремонт магнитных сепараторов. – М.: Недра, 1983.
6. Журнал «Горный журнал». - М.: Руда и металлы.
7. Журнал «Цветные металлы». - М.: Руда и металлы.
8. Журнал «Обогащение руд». –СПб. : Руда и металлы.
9. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых». –Новосибирск. Изд-во СО РАН.

Организация занятий по дисциплине возможна как по обычной технологии по видам работ (лекции, лабораторные, практические занятия, текущий контроль) по расписанию, так и по технологии индивидуального обучения (по индивидуальному учебному графику) с помощью учебных, методических и контролирующих пособий с обязательной отработкой и защитой лабораторных работ, выполнения практических работ на практических занятиях, контрольных работ и тестирования.

Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с использованием, помимо учебной литературы, информации из Интернета с обязательным составлением конспекта (контролируется).

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим или лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим и лабораторным занятиям Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения

информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выразить свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы. Самостоятельное изучение практического материала планируется примерно из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторная самостоятельная работа на лабораторных и практических занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторная самостоятельная работа.

Перечень лабораторных и практических работ, а также список учебных и методических пособий для этих работ размещается в Тимс в соответствующей команде, а также вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов; защита работ на лабораторных и практических занятиях.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Правильно выполненным является график, на осях координат которого показаны параметры и указана их размерность. На осях указаны числа одного порядка, т.е. либо десятые доли, либо целые числа, либо сотни и т.д. Точные координаты экспериментальной точки на осях не показывают, но, поскольку все выполнено в масштабе, их легко установить.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к контрольным работам и тестированию по пройденному разделу дисциплины целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).