

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Специальность
21.05.04. Горное дело

Направленность (специализация) программы

Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
Заочная

Институт	Горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	V

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  / И.А. Гришин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель  /С.Е. Гавришев/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры ГМДиОПИ, к.т.н., доцент

 / О.Е. Горлова /

Рецензент:

зам. начальника цеха РОФ ГОП ОАО «ММК»

 / А.Г. Лихачев/

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Вспомогательные процессы» является: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Вспомогательные процессы» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы дисциплины по выбору.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения) сформированные в результате изучения дисциплин «Геология», «Химия», «Гидромеханика», «Обогащение полезных ископаемых», «Физические методы изучения полезных ископаемых, а также знания, сформированные в результате прохождения первой и второй производственных практик.

Знание и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Вспомогательные процессы» будут необходимы им при дальнейшем изучении дисциплин «Флотационный метод обогащения», «Проектирование обогатительных фабрик», «Переработка и использование продуктов обогащения», прохождении производственно-преддипломной практики, при сдаче государственного экзамена, при выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Вспомогательные процессы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Готовность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
Знать:	- структуру и взаимосвязи комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и их функциональное назначение; - технологии горных и взрывных работ при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов
Уметь:	- осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, - управлять процессами на производственных объектах по переработке полезных ископаемых
Владеть:	- навыками непосредственного управления процессами горных

	<p>работ на производственных объектах;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
<p>ПК-19 Готовность к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</p>	
<p>Знать:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - современные процессы обезвоживания и обеспыливания минеральных продуктов обогащения, - процессы пылеулавливания на обогатительных фабриках; - процессы гидравлического транспортирования и складирования отходов обогащения; - процессы производственного обслуживания обогатительных фабрик (водоснабжение, воздухообеспечение)
<p>Уметь:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - уметь разрабатывать проектные инновационные решения по переработке твердых полезных ископаемых, включая вспомогательные процессы и процессы производственного обслуживания: выбирать и рассчитывать технологические схемы обезвоживания, обеспыливания минеральных продуктов, пылеулавливания на обогатительных фабриках, схемы водоснабжения на обогатительных фабриках, схемы гидравлического транспортирования хвостов обогащения и параметры хвостохранилищ
<p>Владеть:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - владеть навыками разработки проектных инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых, включая вспомогательные процессы и процессы производственного обслуживания; - основными методиками экспериментального определения различных параметров процессов обезвоживания, пылеулавливания, водоснабжения, гидравлического транспорта, навыками обработки полученных экспериментальных данных - основными методиками разработки проектных решений отделений обезвоживания на обогатительных фабриках
<p>ПСК-6.3 Способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования</p>	
<p>Знать:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья; - принципы действия, устройство и технические характеристики аппаратов для обезвоживания минеральных продуктов, пылеулавливания и для процессов производственного обслуживания
<p>Уметь:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать основные параметры технологии и обогатительного оборудования; анализировать устойчивость технологического процесса и качество выпускаемой продукции; - выбирать и рассчитывать необходимое оборудование для обезвоживания минеральных продуктов, пылеулавливания, для

	процессов производственного обслуживания
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - методами расчёта качественно-количественной и водно-шламовой схем; - методами обоснования основных параметров и методиками расчета технологического оборудования для вспомогательных процессов
<p>ПСК-6.4</p> <p>Способность разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик</p>	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> - современные проекты по переработке минерального и техногенного сырья и методологию их проектирования; - методики расчета производительности обогатительной фабрики и отдельных ее цехов; - методики определения параметров оборудования для вспомогательных процессов на обогатительных фабриках
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать и реализовывать проекты производства по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования; - рассчитывать производительность и определять параметры оборудования для процессов обезвоживания, пылеулавливания, воздухообеспечения, водоснабжения, гидравлического транспорта
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - принципами формирования генерального плана и компоновочными решениями обогатительных фабрик; - основами современных методов проектирования обогатительных фабрик
<p>ПСК-6.5</p> <p>готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств</p>	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> - принципы автоматизации производственных процессов; - работу и регулировку оборудования.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - задавать необходимые параметры технологического процесса; - работать в программных комплексах Autocad и Компас; - обрабатывать результаты экспериментов и анализов работы фабрики.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - основной терминологией курса; - навыками работы в программных комплексах; - методами проектирования оборудования для вспомогательных процессов.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 21,5 акад. часов:
 - аудиторная – 18 акад. часов;
 - внеаудиторная – 3,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 149,8 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1. «Обезвоживание продуктов обогащения»	5							ПК-- 4, ПК-- 19, ПСК – 6.3, ПСК – 6.4
1.1. Тема «Значение воды и воздуха в технологических процессах обогащения, в осуществлении транспорта материалов, обеспечение комфортной среды для трудящихся. Классификация вспомогательных процессов»	5	1			9	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение домашних задач по теме «Показатели влагосодержания».	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	
1.2. Тема «Влагоудерживающая способность материалов»	5				10			
1.3. Тема «Дренирование»	5				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	
1.3. Тема «Сгущение»	5		1		10			
1.5. Тема «Фильтрование»	5		1		10			

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.6. Тема «Сушка»	5		1		10			
1.7. Тема «Технологические схемы обезвоживания»	5	1			10	Подготовка к семинарскому занятию № 1. Подготовка к контрольной работе.	Выступление на семинарском занятии №1. Выполнение контрольной работы.	
Итого по разделу		2	3		69			
Раздел 2. «Обеспыливание и пылеулавливание»	5							ПК-- 4, ПК-- 19, ПСК – 6.3, ПСК – 6.4 ПСК – 6.5
2.1. Тема «Обеспыливание продуктов обогащения»	5		1		12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	
2.2. Тема «Общие сведения о пылеулавливании на обогатительных фабриках»	5	1	1		12	Подготовка к лабораторному занятию.	Решение домашних задач.	
2.3. Тема «Методы пылеулавливания»	5	1	1		12	Подготовка к семинарскому занятию № 2.	Выступление на семинарском занятии №2.	
Итого по разделу		2	3		36			
3. Раздел «Водовоздушное хозяйство обогатительных фабрик»	5					.		ПК-- 4, ПК-- 19,

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								ПСК – 6.3, ПСК – 6.4 ПСК – 6.5
3.1. Тема «Общие вопросы водоснабжения обогатительных фабрик»	5	1			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	
3.2. Тема «Насосы и насосные станции»	5		2		8	Решение домашних задач по теме «Расчет водопроводной сети».	Проверка решения домашних задач.	
3.3. Тема «Общие вопросы воздухообеспечения обогатительных фабрик»	5	1			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	
Итого по разделу		2	2		24			
Раздел 4. «Хвостовое хозяйство обогатительных фабрик»	5							ПК - 4, ПК - 19, ПСК – 6.3, ПСК – 6.4 ПСК – 6.5
4.1. Тема «Общие сведения о канализации»	5	1			10,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						Подготовка к лабораторному занятию. Решение домашних задач по теме «Расчет хвостового хозяйства обогатительной фабрики».	Проверка решения домашних задач	
4.2. Тема «Гидравлический транспорт продуктов обогащения»	5	1	2		10	Подготовка к лабораторному занятию. Решение домашних задач по теме «Расчет гидравлического транспорта». Подготовка к экзамену: изучение учебной литературы, конспектов лекций.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	
Итого по разделу		2	2		20,8			
Итого по дисциплине	5	8	10		149,8		Экзамен	

5. Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Вспомогательные процессы» применяются традиционная и интерактивная технологии.

Усвоение дисциплины достигается в ходе аудиторных занятий и выполнения студентами различных видов самостоятельной работы. Лекции проходят как в традиционной форме «лекция-информация», так и в форме «лекция-дискуссия» и «семинар-дискуссия» с целью коллективного обсуждения вопроса, проблемы (заранее вынесенных преподавателем на обсуждение) и межгруппового диалога. «Лекция-дискуссия» так проходит в форме научно-практического занятия с заранее поставленной проблематикой и системой докладов студентов длительностью 5-10 минут, а в конце лекции преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений студентов, дополняет или уточняет представленную информацию и формулирует основные выводы.

При проведении лекционных занятий используются: метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением, метод междисциплинарного обучения для использования знаний из разных областей, их группировки и концентрации в контексте конкретной решаемой задачи, учебная дискуссия как метод интерактивного обучения по обсуждению итогов выполнения расчетных заданий и анализу конкретных производственных ситуаций.

Лекционный материал углубляется при самостоятельном изучении материала по темам курса, закрепляется при решении домашних задач и при подготовке выступлений на семинарских занятиях, где разбираются конкретные проектно-компоновочные решения на примере действующих предприятий, при выполнении и защите лабораторных работ. Используются иллюстративные видеоматериалы (видеофильмы, фотографии, аудиозаписи, компьютерные презентации).

В качестве оценочных средств на протяжении изучения дисциплины используются: устный опрос, тестирование, выступление на семинарских занятиях, проверка решения домашних задач.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Лабораторный практикум выполняется с целью приобретения практических навыков по изучению процессов обезвоживания и установлению влияния основных параметров на показатели обезвоживания, регулировке оборудования. При проведении лабораторных работ студенты должны научиться работать на лабораторном оборудовании, уметь правильно организовывать эксперимент, ясно и точно описывать проведенные опыты. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем, в процессе выполнения индивидуальных домашних заданий, в процессе выполнения курсовой работы и при подготовке к промежуточной аттестации. Результаты усвоения материала проверяются в форме экзамена.

6. Учебно-методические обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Вспомогательные процессы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде подготовки к лабораторным, контрольным работам, семинарским занятиям, при решении домашних задач.

Виды самостоятельной работы (объём часов, отводимых на самостоятельную работу по учебному плану – 54,5 часов):

1. Самостоятельное изучение учебной литературы	– 16,5 часов
2. Подготовка к лабораторным занятиям	– 10 часов
3. Подготовка к семинарским занятиям	– 8 часов
4. Подготовка к контрольной работе	– 4 часа
5. Решение домашних задач	– 16 часов

Перечень тем для подготовки к семинарскому занятию №1 «Технологические схемы обезвоживания»:

1. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на магнитообогажительных фабриках.
2. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на гравитационных фабриках
3. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на флотационных фабриках
4. Компоновка оборудования обезвоживающих установок.
5. Сгущение и складирование сгущенных хвостов.

Перечень тем для подготовки к семинарскому занятию №2 «Обеспыливание и пылеулавливание на обогатительных фабриках»:

1. Конструкции обеспыливателей.
2. Обеспыливание асбестовых концентратов как метод повышения их качества.
3. Конструкции циклонов и батарейных циклонов для пылеулавливания.
4. Конструкции мокрых пылеуловителей
5. Барботажные и пенные пылеуловители.
6. Конструкции тканевых фильтров для пылеулавливания.
7. Конструкции зернистых и комбинированных фильтров.
8. Конструкции электрофильтров.
9. Схемы пылеулавливания на обогатительных фабриках.
10. Борьба с пылью на обогатительных фабриках.

Варианты контрольной работы по разделу «Обезвоживание продуктов обогащения»

Вариант 1

1. Перечислите виды влаги и укажите порядок насыщения влагой абсолютно сухого материала.
2. Раскройте влияние крупности и формы частиц на влагоудерживающую способность продуктов обогащения.
3. Опишите процесс обезвоживания в бункерах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала.
4. Приведите конструкцию и принцип работы дискового вакуум-фильтра. Перечислите достоинства и недостатки конструкции.

Вариант 2

1. Дайте характеристику капиллярной влаги. На какие виды она подразделяется?
2. Раскройте влияние пористости и структуры осадка на влагоудерживающую способность продуктов обогащения.
3. Опишите процесс обезвоживания на дренажных складах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала.
4. Приведите конструкцию и принцип работы барабанной сушилки. Перечислите достоинства и недостатки конструкции.

Вариант 3

1. Дайте характеристику адсорбированной влаги. На какие виды она подразделяется ?

2. Раскройте влияние физико-химического состояния поверхности твердого на влагоудерживающую способность продуктов обогащения.
3. Опишите процесс обезвоживания на грохотах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала.
5. Приведите конструкцию и принцип работы радиального сгустителя с центральным приводом. Перечислите достоинства и недостатки конструкции.

Вариант 4

1. Дайте характеристику гигроскопической влаги. Укажите порядок удаления влаги из обводненных продуктов обогащения при обезвоживании.
2. Раскройте влияние крупности и формы частиц на влагоудерживающую способность продуктов обогащения.
3. Опишите процесс обезвоживания в ковшовых элеваторах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала.
4. Приведите конструкцию и принцип работы горизонтального фильтр-пресса. Перечислите достоинства и недостатки конструкции.

Тесты к разделу курса «Обезвоживание продуктов обогащения»

Вариант № 1

1. От чего зависит выбор оборудования и схемы обезвоживания продукта обогащения?
 1. От крупности продукта
 2. От смачиваемости поверхности
 3. От плотности продукта
 4. От пористости продукта.
2. Какими силами удерживается капиллярная влага в микро- и макрокапиллярах?
 1. Молекулярными силами сцепления между молекулами твердого и воды.
 2. Силами адсорбции.
 3. Электростатическими силами отталкивания одноименных зарядов.
 4. Силами поверхностного натяжения вогнутых водных менисков в капиллярах.
3. Какое влияние оказывает смачиваемость поверхности твердой фазы на конечную влажность продукта?
 1. Не оказывает влияния.
 2. Чем больше θ , тем меньше влажность продукта.
 3. Чем больше θ , тем выше влажность продукта.
 4. Чем меньше θ , тем меньше влажность.
4. Область применения ковшовых элеваторов?
 1. Для обезвоживания флотационных концентратов.
 2. Для обезвоживания магнетитовых концентратов.
 3. Для обезвоживания марганцевых концентратов продуктов обогащения углей.
 4. Для обезвоживания угольных шламов.
5. В сгустителях в зоне сжатия осадка наблюдается:
 1. Изолированное движение твердых частиц в воде.
 2. Стесненное падение частиц.
 3. Движение жидкости вверх по каналам в осадке под давлением находящегося выше материала.
 4. Сближение скоростей падения крупных и мелких частиц и осаждение их слоем.
6. В каких единицах измеряется удельная площадь сгущения.
 1. $\text{м}^2/\text{т}$.
 2. $\text{м}^2/\text{г}$.
 3. $\text{м}^3/\text{м}^2\text{ч}$.
 4. $\text{т}/\text{м}^2\text{ч}$.

7. Как изменяется ξ -потенциал двойного электрического слоя с добавлением электролита?
1. Снижается до нуля.
 2. Увеличивается.
 3. Становится равным полному (термодинамическому) потенциалу.
 4. Не изменяется.
8. Отличительной особенностью высокопроизводительных сгустителей *supaflo* является:
1. Наличие гребковой фермы.
 2. Наличие кольцевого сливного желоба с отбойником пены.
 3. Наличие механизма подъема гребковой фермы.
 4. Наличие оживленной зоны (постели) из сфлокулированных частиц.
9. Для чего добавляются реагенты-собиратели в сгущаемую пульпу?
1. Реагенты гидрофобизируют поверхность частиц, снижают устойчивость гидратных слоев и способствуют слипанию частиц.
 2. Снижают электрический заряд на поверхности частиц.
 3. Связывают между собой тонкие частицы, образуя между ними «мостики».
 4. Вызывают распад агрегатов в водной суспензии на отдельные частицы или молекулы.
10. Движущей силой фильтрования является:
1. Сила тяжести.
 2. Центробежная сила.
 3. Разность давлений по обеим сторонам пористой перегородки.
 4. Сила капиллярного давления.
11. Каково влияние скорости вращения фильтрующей поверхности на показатели фильтрования?
1. При увеличении скорости вращения влажность осадка уменьшается.
 2. При увеличении скорости вращения производительность по твердому увеличивается.
 3. При увеличении скорости вращения производительность по твердому уменьшается.
 4. При уменьшении скорости вращения производительность по твердому увеличивается.
12. Какова должна быть высота барометрической трубы для истечения жидкости из ресивера?
1. Не менее 5,5 м.
 2. Не менее 10,5 м.
 3. Не менее 15,5 м.
 4. Не менее 20 м.
13. Область применения пресс-фильтров.
1. Для обезвоживания грубых, быстрооседающих суспензий со скоростью осаждения частиц более 18 мм/с.
 2. Для крупнозернистых суспензий с крупностью частиц от 2 до 0,2 мм.
 3. Для труднофильтруемых сильноразбавленных пульп с крупностью частиц до 1 мкм и менее.
 4. Для тонко измельченных продуктов крупностью 30-100 мкм.
14. Что является движущей силой процесса сушки?
1. Разность давлений с внешней и внутренней стороны пористой перегородки.
 2. Сила тяжести тела в среде.
 3. Центробежная сила инерции.
 4. Разность давлений водяных паров у поверхности материала и в окружающей среде.
15. Каким образом осуществляется движение агента сушки в газовых трубах-сушилках?
1. За счет вентилятора-дымососа.
 2. За счет дутьевого вентилятора.
 3. За счет турбовоздуходувки.
 4. За счет центробежного насоса.

Вариант №2

1. Термическим обезвоживанием является:

1. Сгущение.
2. Дренажное.
3. Фильтрация.
4. Сушка.
2. К мокрым относятся продукты с содержанием влаги :
 1. Не менее 40%.
 2. От 15 до 40%.
 3. От 5 до 15%.
 4. Не менее 5%.
3. Какая влага наименее прочно удерживается поверхностью твердого тела?
 1. Гигроскопическая.
 2. Свободная гравитационная.
 3. Прочносвязанная.
 4. Адгезионная.
4. Свободная гравитационная влага:
 1. Перемещается между частицами твердого под действием силы тяжести.
 2. Заполняет микрокапилляры во внутререзерновых порах частиц и макрокапиллярах в межзерновых пространствах.
 3. Удерживается на поверхности частиц молекулярными силами твердое – жидкое.
 4. Адсорбируется на поверхности твердых частиц из воздуха.
5. Дренажное – это процесс обезвоживания, основанный:
 1. На естественной фильтрации жидкости через слой материала под действием силы тяжести.
 2. На удаление жидкости из материала под действием центробежной силы.
 3. На удаление жидкости из материала под действием разности давлений по обеим сторонам пористой перегородки.
 4. На удаление жидкости из материала под действием разности давлений водяных паров у поверхности материала и в окружающем пространстве.
6. Какое влияние оказывает крупность частиц обезвоживаемого материала на высоту капиллярного подъема жидкости h в штабеле?
 1. Не оказывает влияние.
 2. Чем меньше частицы материала, тем выше h .
 3. Чем крупнее частицы, тем выше h .
 4. Чем мельче частицы, тем ниже h .
7. В чем заключается процесс сгущения?
 1. В повышении концентрации твердой фазы в сгущенном продукте по сравнению с исходной суспензией и получении относительно чистого слива.
 2. В разделении твердой и жидкой фаз пульпы посредством пористой перегородки.
 3. В разделении крупных и мелких частиц в водной среде.
 4. В получении осветленной воды с минимальной концентрацией твердых частиц.
8. Какова причина флокуляции твердых частиц в пульпе?
 1. Сцепление аполярных концов собирателя, закрепленного на поверхности частиц.
 2. Снижение величины электрокинетического потенциала поверхности.
 3. Сжатие диффузной части ДЭС в результате чего частицы сближаются на расстоянии, когда силы притяжения значительны.
 4. Сцепление частиц за счет электрических сил.
9. Для повышения содержания твердого в сгущенном продукте необходимо:
 1. Увеличить массу откачиваемого сгущенного продукта.
 2. Уменьшить массу откачиваемого сгущенного продукта.
 3. Разбавить исходное питание свежей водой.
 4. Удалить часть воды из исходного питания.
10. Отличительной особенностью сгущения в тонком слое является:

1. Увеличение скорости осаждения тонких частиц.
2. Увеличение площади осаждения без изменения габаритов аппаратов.
3. Увеличение производительности сгустителя по исходному питанию.
4. Увеличение содержания твердого в сгущенном продукте.
11. Как осуществляется процесс фильтрования в вакуум-фильтрах?
 1. За счет гидростатического давления столба жидкости.
 2. За счет создания разрежения с внутренней стороны фильтруемой перегородки.
 3. За счет подачи пульпы под давлением на фильтруемую перегородку.
 4. За счет прохождения жидкости через пористую перегородку под действием центробежной силы
12. Какая влага удаляется из материала в зоне обезвоживания и просушки осадка в вакуум-фильтрах?
 1. Свободная гравитационная влага.
 2. Гигроскопическая влага.
 3. Остатки гравитационной влаги, капиллярная и частично адгезионная.
 4. Химическая влага.
13. Каково назначение распределительной головки в вакуум-фильтрах?
 1. Для отвода фильтрата.
 2. Для создания вакуума в секторах.
 3. Для подачи сжатого воздуха в сектора.
 4. Для попеременного соединения секторов с вакуумной установкой и установкой сжатого воздуха и одновременного отвода фильтрата.
14. Что называется агентом сушки?
 1. Абсолютно сухой воздух.
 2. Нагретая поверхность.
 3. Водяной пар.
 4. Воздушная среда, воспринимающая испаряющую влагу.
15. Отличительной особенностью сушилок с «кипящим» слоем является:
 1. Наличие псевдооживленного слоя сушимого материала.
 2. Прохождение всего материала через сушильную камеру с высокой скоростью.
 3. Возможность сушки крупного материала.
 4. Продолжительность сушки очень мала.

Вариант №3

1. К влажным относятся продукты с содержанием влаги:
 1. Не менее 40%.
 2. От 15 до 40%.
 3. От 5 до 15%.
 4. Не более 5%.
2. Какая влага наиболее прочно удерживается поверхностью твердого тела?
 1. Свободная гравитационная.
 2. Адгезионная.
 3. Гигроскопическая.
 4. Прочносвязанная.
3. Адгезионная влага по своей природе является:
 1. Механической.
 2. Физико-химической.
 3. Химической.
 4. Физико-механической.
4. Порядок насыщения влагой абсолютно сухого материала:
 1. Гигроскопическая - адгезионная - прочносвязанная - свободная гравитационная.
 2. Свободная гравитационная - прочносвязанная - адгезионная - гигроскопическая.

3. Капиллярно-стыковая–внутрипромежуточная–адгезионная–свободная гравитационная.
4. Адгезионная-прочносвязанная-свободная гравитационная–нутрипромежуточная.
5. В процессе дренирования из материала удаляется:
 1. Свободная гравитационная.
 2. Капиллярная влага.
 3. Адгезионная влага.
 4. Химическая влага.
6. От чего, главным образом, зависит время обезвоживания продуктов обогащения в бункерах?
 1. От гранулометрического состава продуктов.
 2. От температуры окружающей среды.
 3. От формы частиц.
 4. От конструкции дренажного устройства.
7. Сгущение – это процесс обезвоживания, основанный
 1. На естественной фильтрации жидкости через слой материала и пористую перегородку под действием силы тяжести.
 2. На осаждении твердой фазы из пульпы под действием силы тяжести или центробежной силы.
 3. На принудительной (под действием разности давлений) фильтрации жидкости через пористую перегородку, не проницаемую для твердых частиц пульпы.
 4. На перемещение влаги из более нагретых слоев в менее нагретые.
8. Какова причина коагуляции твердых частиц в пульпе?
 1. Снижение полного потенциала поверхности.
 2. Адсорбция реагентов на минеральной поверхности.
 3. Сжатие диффузной части ДЭС и снижение электрокинетического потенциала поверхности.
 4. Снижение гидрофобности поверхности.
9. Как приводится во вращение гребковая ферма в сгустителях с периферическим приводом?
 1. Электродвигателем через червячный редуктор на зубчатый венец.
 2. Электродвигателем через редуктор на ходовой каток, катящийся по рельсу.
 3. Электродвигателем на фрикционный привод.
 4. Электродвигателем через шестерню на зубчатый сектор.
10. Какому моменту соответствует критическая точка на кривой процесса сгущения?
 1. Свободному осаждению частиц.
 2. Стесненному осаждению частиц.
 3. Окончательному сжатию осадка.
 4. Переход от свободного осаждения частиц к уплотнению осадка.
11. В процессе фильтрования наблюдается:
 1. Образование слоя осадка на пористой перегородке.
 2. Осаждение твердых частиц в жидкой фазе.
 3. Образование слоя осадка на стенках ротора.
 4. Отделение жидкости от твердого материала при непрерывном перемещении материала по ситам.
12. Какие процессы происходят в вакуум-фильтрах в зоне обезвоживания и просушки осадков?
 1. Однофазное движение жидкости.
 2. Однофазное движение воздуха.
 3. В начале периода – однофазное движение воздуха, в конце периода – двухфазное движение жидкости и воздуха.
 4. В начале периода – двухфазное движение жидкости и воздуха, в конце периода – однофазное движение воздуха.

13. Назначение «гидроловушки» в схеме фильтровальной установки?

1. Для предупреждения попадания фильтрата в вакуум-насос.
2. Для сбора фильтрата.
3. Для откачивания воздуха и воды из полости фильтра.
4. Для стекания фильтрата в гидрозатвор.

14. Какая влага преимущественно удаляется из материала в процессе сушки?

1. Свободная гравитационная.
2. Капиллярная.
3. Гигроскопическая.
4. Химическая.

15. Отличительной особенностью контактной сушки является:

1. Тепло передается от агента сушки материалу при непосредственном соприкосновении.
2. Тепло передается материалу от горячей поверхности при непосредственном контакте с материалом.
3. Тепло передается материалу инфракрасными лучами от электролампы или нагретых излучающих поверхностей.
4. Тепло передается материалу токами высокой частоты.

Вариант №4

1. К обводненным относятся продукты с содержанием влаги:

1. Не менее 40%
2. От 15%
3. От 5 до 15%
4. Не более 5%

2. Химическая влага:

1. В процессах обезвоживания не удаляется
2. Удаляется в процессах сушки
3. Удаляется в процессах фильтрования
4. Удаляется в процессе дренирования

3. Капиллярная влага по своей природе является:

1. Механической
2. Химической
3. Физико-химической
4. Физико-механической

4. Молекулы какой влаги обладают наиболее строгой ориентацией диполей относительно поверхности твердого тела?

1. Адгезионной
2. Свободной гравитационной
3. Прочносвязанной
4. Гигроскопической

5. Дренирование в динамических условиях происходит:

1. В бункерах
2. На дренажных складах
3. На грохотах
4. На конвейерах

6. Для снижения высоты капиллярного подъема жидкости необходимо, чтобы постель состояла:

1. Из мелких частиц
2. Из крупных частиц
3. Из частиц крупностью, равной крупности обезвоживаемого материала
4. Из частиц намного мельче обезвоживаемого материала

7. Целью сгущения как операции обезвоживания является:

1. Получение слива с минимальной концентрацией твердых частиц
2. Получение сгущенного продукта, с максимально возможной концентрацией твердой фазы
3. Разделение крупных и мелких частиц в водной среде
4. Получение продукта с минимальным содержанием влаги.
8. Какие изменения сгущаемой пульпы являются общими для коагуляции и флокуляции?
 1. Повышение агрегативной устойчивости
 2. Повышение заряда поверхности частиц
 3. Снижение гидрофобности поверхности частиц
 4. Снижение агрегативной устойчивости
9. Как осуществляется отвод песков из сгустителей большого диаметра?
 1. Диафрагмовыми насосами, откачивающими пески из разгрузочной воронки
 2. Песковыми насосами, подсоединенными к разгрузочной воронке
 3. Пески спускаются в зумпф, а из зумпфа откачиваются песковыми насосами
 4. Сифонами за счет избыточного давления на входе в сифон
10. Какое влияние оказывает содержание твердого в исходной суспензии на процесс сгущения?
 1. При повышении содержания твердого увеличивается производительность по сгущенному продукту
 2. При понижении содержания твердого уменьшается скорость осаждения частиц, и твердая фаза выносится в слив
 3. При повышении содержания твердого увеличивается скорость осаждения твердых частиц, и твердая фаза выносится в слив
 4. Не оказывает влияния
11. Как осуществляется процесс фильтрования в пресс- фильтрах?
 1. За счет прохождения жидкости через пористую перегородку под действием центробежной силы
 2. За счет откачивания воздуха с внутренней стороны фильтрацией перегородки
 3. За счет избыточного давления подаваемой пульпы
 4. За счет гидростатического давления столба фильтруемой жидкости
12. Какая влага удаляется из материала в зоне набора осадка в вакуум-фильтрах?
 1. Свободная гравитационная влага
 2. Адгезионная влага
 3. Гигроскопическая влага
 4. Капиллярная влага
13. Назначение ресивера в схеме фильтровальной установке?
 1. Для откачки фильтрата
 2. Для создания вакуума в системе
 3. Для разделения водо-воздушной смеси на фильтрат и воздух и поддержания постоянного разрежения в системе
 4. Для отдувки осадка с поверхности фильтроткани
14. При каком условии поступает равновесное влагосодержание материала при сушке?
 1. $P_{в.п} = P_m$
 2. $P_{в.п} < P_m, W > W_r$
 3. $P_{в.п} < P_m, W_p < W < W_r$
 4. $P_{в.п} > P_m, W < W_r$
15. Что называется напряженностью барабана по испаряемой влаге?
 1. Масса испаряемой влаги с 1 м^2 поверхности сушимого материала в единицу времени
 2. Убыль испаряемой влаги с 1 м^2 поверхности сушильного материала в единицу времени
 3. Масса влаги, испаряемой с 1 м^3 сушильного барабана в единицу времени
 4. Масса водяного пара приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха

Домашние задачи

К теме «Показатели влагосодержания»

1. Приготовить 1 л пульпы при содержании твердого в пульпе 60% и плотности твердой фазы 3000 кг/м³. Рассчитать массу навески, объем воды и плотность полученной пульпы.

2. В суспензии содержится 36% твердого. Плотность твердой фазы составляет 4,3 г/см³. Определить плотность такой пульпы, массу 12 м³ пульпы, массу навески, объем воды.

3. Для лабораторных испытаний необходимо приготовить 15 м³ суспензии при содержании твердой фазы в ней 20%. Плотность твердой фазы 2200 кг/м³. Рассчитать массу навески, объем воды для приготовления суспензии, ее плотность. Рассчитать массу 2 л такой суспензии.

4. В суспензии содержится 35% твердого. Плотность твердой фазы 3,8 т/м³. Рассчитать плотность суспензии, массу навески для приготовления 330 м³ такой суспензии, объем воды.

5. Приготовить 2 л пульпы при содержании твердого в пульпе 45% и плотности твердой фазы 4200 кг/м³. Рассчитать массу навески, объем воды и плотность полученной пульпы

6. В радиальный сгуститель поступает 400 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3200 кг/м³. Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.

7. На сгущение поступает 500 м³/ч пульпы с разжижением равным 3. Плотность твердой фазы 2800 кг/м³. Выход сгущенного продукта 90%, содержание твердого в сгущенном продукте 63%. Рассчитать объем слива, объем воды, уходящей с песками, плотность сгущенного продукта, массу влажных песков.

8. На сгущение поступает пульпа с плотностью твердой фазы 3800 кг/м³ в количестве 150 т/ч (сухая масса). Разжижение суспензии 5. Рассчитать объем воды, удаляемой в слив; объем воды, уходящей с песками, если плотность сгущенного продукта 1900 кг/м³.

9. На вакуум-фильтр поступают пески сгустителя с содержанием твердого 50%, нагрузка по твердому 18 т/ч. Определить объем воды, удаляемой с фильтратом, если кек фильтра имеет влажность 12%, а потери твердого с фильтратом составляют 1,5%.

10. На пресс-фильтр поступает сгущенный продукт отстойника с содержанием твердого 25% в количестве 80 м³/ч. Плотность твердой фазы равна 2600 кг/м³. Рассчитать объем фильтрата и объем воды в кеке, если кек содержит 18% влаги. Потерями твердого с фильтратом пренебречь.

11. На фильтрование поступает 250 м³/ч суспензии с содержанием твердого 58%. Плотность твердой фазы 4000 кг/м³. Рассчитать материальный баланс процесса, если влажность кека 10%. Потерями твердого с фильтратом пренебречь. Определить необходимую площадь фильтрования, если $q = 200 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$.

К теме «Расчет сгустителей»

1. На сгущение поступает 150 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3000 кг/м³. Рассчитать диаметр сгустителя, если удельная площадь сгущения 14,4 м²·ч/т.

2. Определить необходимую площадь сгущения, если разжижение исходной пульпы 13, а разжижение сгущенного продукта 2. Скорость осаждения частиц твердого 0,5 см/мин, а производительность сгустителя по твердому 100 т/ч.

3. На сгущение поступает 240 м³/ч пульпы с содержанием твердого 10%. Плотность твердой фазы 3,2 г/см³. Рассчитать необходимую площадь сгущения, если удельная площадь сгущения 0,28 м²·сут/т.

4. Рассчитать гидравлическую крупность зерен взвеси в условиях свободного осаждения, если эквивалентный диаметр частиц 35 мкм, а плотность осаждаемых частиц 3000 кг/м³.

5. Рассчитать размер оседающих зерен плотностью 2,8 г/см³, если их гидравлическая крупность в условиях свободного осаждения составляет 0,5 мм/с.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-4 Готовность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</p>		
<p>Знать</p>	<p>- структуру и взаимосвязи комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и их функциональное назначение; - технологии горных и взрывных работ при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Роль и значение вспомогательных процессов на обогатительных фабриках. Классификация вспомогательных процессов. 2. Роль воды в обогащении полезных ископаемых. 3. Назначение операций обезвоживания при обогащении полезных ископаемых. Классификация методов обезвоживания. 4. Факторы, определяющие влагоудерживающую способность продуктов обогащения. 5. Классификация видов влаги и методы ее удаления из продуктов обогащения. 6. Дренирование: сущность процесса; классификация способов дренирования и области их применения. Факторы, влияющие на процесс. 7. Сгущение: сущность процесса; области применения. 8. Кинетика процесса сгущения. 9. Расчет сгустителей. 10. Факторы, влияющие на процесс сгущения. 11. Процессы, протекающие в осаждающейся пульпе. Применение коагулянтов и флокулянтов при сгущении, механизмы их действия. 12. Методика экспериментального изучения процесса сгущения. Кинетика сгущения. Кривые сгущения. 13. Общие сведения о сгущении хвостов. 14. Пастовое сгущение хвостов. 15. Фильтрация хвостов. 16. Реализованные проекты складирования сгущенных хвостов 17. Фильтрация. Сущность процесса; классификация способов фильтрации;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>факторы, влияющие на процесс фильтрование.</p> <p>18. Основное уравнение фильтрования для несжимаемых осадков.</p> <p>19. Кинетика процесса фильтрования.</p> <p>20. Факторы, оказывающие основное влияние на процесс фильтрования.</p> <p>21. Методика экспериментального изучения кинетики фильтрования.</p> <p>22. Методика экспериментального определения констант фильтрования.</p> <p>23. Типы фильтровальных перегородок и требования к ним.</p> <p>24. Схемы фильтровальных установок. Достоинства и недостатки схем, практика их применения на обогатительных фабриках.</p> <p>25. Сушка: сущность процесса, принципиальная схема сушильной установки.</p> <p>26. Процессы влагообмена при сушке, виды влаги при сушке. Напряженность барабана по испаряемой влаге.</p> <p>27. Кривые сушки. Скорость сушки.</p> <p>28. Технологические схемы обезвоживания.</p> <p>29. Компоновка оборудования обезвоживающих установок.</p>
Уметь	<p>- осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов,</p> <p>- управлять процессами на производственных объектах по переработке полезных ископаемых</p>	<p>Перечень тем для подготовки к семинарскому занятию «Технологические схемы обезвоживания»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на магнитообогажительных фабриках. 2. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на гравитационных фабриках 3. Схемы обезвоживания продуктов обогащения на флотационных фабриках 4. Компоновка оборудования обезвоживающих установок. 5. Сгущение и складирование сгущенных хвостов.
Владеть	<p>- навыками непосредственного управления процессами горных работ на производственных объектах;</p> <p>- основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых,</p>	<p>Практическое задание к экзаменационному билету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На центрифугирование поступает пульпа объемом 500 м³/ч с содержанием в ней твердого 10%. Плотность твердой фазы 3900 кг/м³. Определить объем слива и объем воды, уходящей с осадком, если содержание твердого в нем 60%. Потерями твердого со сливом пренебречь. 2. На вакуум-фильтр поступает сгущенный продукт сгустителя с содержанием

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	строительства и эксплуатации подземных объектов	<p>твердого 45%. Нагрузка по твердому 24 т/ч. Плотность твердой фазы 3,2 г/см³. Определить объем фильтрата и объем воды, уходящей с кеком, если кек имеет влажность 15%. Потери твердого с фильтратом составляют 2%.</p> <p>3. На фильтрование поступают пески сгустителя объемом 320 м³/ч с содержанием твердого 45%. Плотность твердой фазы 3800 кг/м³. Рассчитать объем воды, удаляемой с фильтратом, если кек имеет влажность 13%, а потери твердого с фильтратом составляют 2%. Рассчитать концентрацию твердого в фильтрате в г/дм³.</p> <p>4. В пульпе содержится 14% твердого. Плотность твердой фазы 5000кг/м³. Определить плотность такой пульпы, массу 300 дм³ такой пульпы, массу в ней твердого (в тоннах) и объем воды.</p> <p>5. На сгущение поступает пенный продукт флотации в объеме 800 м³/ч с плотностью твердой фазы 3800 кг/м³ и с содержанием твердого 30%. Определить объем воды, удаляемой со сливом, если содержание твердого в песках 65%, а выход песков составляет 95%. Рассчитать плотность сгущенного продукта.</p> <p>6. Необходимо приготовить 2 литра пульпы с содержанием в ней твердого 45%. Плотность твердой фазы 4200 кг/м³. Рассчитать массу навески, объем воды и плотность приготовленной суспензии.</p> <p>7. В сгуститель поступает пульпа в количестве 650 м³/ч с содержанием в ней твердого 205. Плотность твердой фазы 2900 кг/м³. Рассчитать объем воды, удаляемой в слив, если плотность сгущенного продукта 1650 кг/м³. Потерями твердого со сливом пренебречь. Рассчитать содержание твердого в сгущенном продукте.</p> <p>8. В пульпе содержится 30% твердого. Плотность твердой фазы 4 г/см³. Определить плотность пульпы, массу 240 м³ такой пульпы, массу в ней твердого (в тоннах) и объем воды.</p>
<p>ПК-19 Готовность к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</p>		
Знать	- - современные процессы обезвоживания и	Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>обеспыливания минеральных продуктов обогащения,</p> <p>- процессы пылеулавливания на обогатительных фабриках;</p> <p>- процессы гидравлического транспортирования и складирования отходов обогащения;</p> <p>- процессы производственного обслуживания обогатительных фабрик (водоснабжение, воздухоснабжение)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство, принцип работы дренажных складов; области их применения. 2. Устройство, принцип работы обезвоживающих бункеров; области их применения. 3. Устройство, принцип работы обезвоживающих ковшовых элеваторов. 4. Обезвоживание на грохотах и ситах. 5. Обезвоживание в механических классификаторах. 6. Интенсификация процесса дренирования. 7. Классификация аппаратов для сгущения и осветления пульп. 8. Конструкция и принцип работы радиального сгустителя с периферическим приводом. Достоинства и недостатки сгустителя; область применения. 9. Конструкция и принцип действия радиального сгустителя с центральным приводом тяжелого типа. Достоинства и недостатки; область применения. 10. Конструкция и принцип работы сгустителя SUPAFLO. Факторы, влияющие на работу сгустителей. 11. Практика применения сгустителей SUPAFLO на обогатительных фабриках. 12. Совершенствование конструкций аппаратов для сгущения пульп. 13. Сгущение в тонком слое. Конструкция и принцип действия тонкослойного отстойника. Достоинства и недостатки; область применения. 14. Классификация конструкций фильтров. 15. Конструкция и принцип работы дискового вакуум-фильтра. Достоинства и недостатки, область применения. 16. Конструкция и принцип работы дискового вакуум-фильтра, область применения. Конструктивные особенности дискового вакуум-фильтра «Мастер». 17. Конструкция и принцип работы вакуум-фильтра CERAMEC. Достоинства и недостатки фильтра, область применения. 18. Конструкция и принцип работы барабанного вакуум-фильтра с внешней фильтрующей поверхностью. Особенности конструкции барабанного вакуум-фильтра со сходящим полотном. Достоинства и недостатки фильтров; области их применения. 19. Конструкция и принцип работы барабанного вакуум-фильтра с внутренней

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>фильтрующей поверхностью. Достоинства и недостатки фильтра; область применения.</p> <p>20. Конструкция и принцип работы ленточного вакуум-фильтра. Достоинства и недостатки; область применения.</p> <p>21. Классификация фильтр - прессов. Принцип работы фильтр-пресса. Достоинства и недостатки фильтр-прессов, области их применения.</p> <p>22. Конструкция и принцип работы вертикального фильтр-пресса. Достоинства и недостатки фильтр-прессов, области их применения.</p> <p>23. Устройство и работа сушилок с кипящим слоем. Достоинства и недостатки; область применения.</p>
Уметь	<p>- уметь разрабатывать проектные инновационные решения по переработке твердых полезных ископаемых, включая вспомогательные процессы и процессы производственного обслуживания: выбирать и рассчитывать технологические схемы обезвоживания, обеспыливания минеральных продуктов, пылеулавливания на обогатительных фабриках, схемы водоснабжения на обогатительных фабриках, схемы гидравлического транспортирования хвостов обогащения и параметры хвостохранилищ</p>	<p>Перечень тем для подготовки к семинарскому занятию «Обеспыливание и пылеулавливание на обогатительных фабриках»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конструкции обеспыливателей. 2. Обеспыливание асбестовых концентратов как метод повышения их качества. 3. Конструкции циклонов и батарейных циклонов для пылеулавливания. 4. Конструкции мокрых пылеуловителей 5. Барботажные и пенные пылеуловители. 6. Конструкции тканевых фильтров для пылеулавливания. 7. Конструкции зернистых и комбинированных фильтров. 8. Конструкции электрофильтров. 9. Схемы пылеулавливания на обогатительных фабриках. 10. Борьба с пылью на обогатительных фабриках.
Владеть	<p>- владеть навыками разработки проектных инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых, включая вспомогательные процессы и процессы производственного обслуживания; основными методиками экспериментального</p>	<p>Практическое задание к экзаменационному билету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить необходимую площадь для сгущения 800 м³/ч пульпы с разжижением R=10. Плотность твердой фазы 3100 кг/м³. Удельная производительность по твердому 0,25 т/м²·сут. 2. Рассчитать размер максимальных зерен взвеси, уходящих в слив отстойника, если их гидравлическая крупность 1,1 мм/с, а плотность 3 г/см³.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>определения различных параметров процессов обезвоживания, пылеулавливания, водоснабжения, гидравлического транспорта, навыками обработки полученных экспериментальных данных</p> <p>- основными методиками разработки проектных решений отделений обезвоживания на обогатительных фабриках</p>	<p>3. Определить процент твердого в разгрузке сгустителя, если плотность песков 1600 кг/см^3, а плотность твердой фазы 4300 кг/м^3.</p> <p>4. Определить необходимую площадь для сгущения $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ пульпы при Ж:Т=9:1. Плотность твердой фазы $2,9 \text{ т/м}^3$. Удельная нагрузка по твердому $0,4 \text{ т/м}^2 \cdot \text{ч}$.</p> <p>5. Рассчитать гидравлическую крупность зерен взвеси в условиях свободного осаждения в воде, если эквивалентный диаметр осаждающихся частиц 10 мкм, а плотность частиц $3,4 \text{ г/см}^3$.</p> <p>6. Рассчитать крупность максимальных частиц, уходящих в слив отстойника, если их гидравлическая крупность $0,8 \text{ мм/с}$, а плотность осаждающихся частиц $3,5 \text{ т/м}^3$.</p> <p>1. Не центрифугирование поступает $360 \text{ м}^3/\text{ч}$ пульпы с содержанием твердого 18%. Плотность твердой фазы $4,1 \text{ г/см}^3$. Определить объем воды, уходящей со сливом, если содержание твердого в песках 55%. Потерями твердого со сливом пренебречь. Рассчитать плотность кека.</p> <p>2. Необходимо приготовить суспензию объемом 3 дм^3 с содержанием в ней твердого 25%. Плотность твердой фазы 3800 кг/м^3. Рассчитать плотность такой суспензии, массу навески, объем воды.</p>
<p>ПСК-6.3 Способность выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования</p>		
Знать	<p>- основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья;</p> <p>- принципы действия, устройство и технические характеристики аппаратов для обезвоживания минеральных продуктов, пылеулавливания и для процессов производственного обслуживания</p>	<p>Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется промышленной пылью? 2. От каких факторов зависит появление пыли в рабочих помещениях фабрик? 3. Назовите источники образования пыли на ОФ. 4. Дайте характеристику первичной и вторичной пыли. 5. Назовите способы пылеулавливания и дайте их краткую характеристику. 6. Что такое КПД пылеуловителя? 7. С какой целью применяется обеспыливание руды и продуктов обогащения? 8. Какие методы обеспыливания применяются на фабриках? 9. Схема и принцип работы центробежного обеспыливателя.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. В каких аппаратах осуществляется улавливание пыли под действием силы тяжести?</p> <p>11. Дайте характеристику пылесадительных камер.</p> <p>12. В каких аппаратах осуществляется улавливание пыли под действием центробежной силы?</p> <p>13. Что такое фактор разделения в циклоне?</p> <p>14. Назовите типы циклонов.</p> <p>15. Изобразите конструктивные схемы промышленных циклонов.</p> <p>16. Конструкция и область применения батарейных циклонов.</p> <p>17. В чем сущность мокрого пылеулавливания?</p> <p>18. Перечислите преимущества и недостатки мокрого пылеулавливания.</p> <p>19. Перечислите способы мокрого пылеулавливания, дайте их краткую характеристику.</p> <p>20. Назначение смачивателей при мокром пылеулавливании.</p> <p>21. Под действием каких сил улавливаются частицы в мокрых пылеуловителях?</p> <p>22. Схема и принцип работы центробежных скрубберов.</p> <p>23. Схема и принцип работы аппаратов с трубой Вентури.</p> <p>24. Схема и принцип работы барботажных и пенных пылеулавливателей.</p> <p>25. Сущность улавливания пыли фильтрующими элементами. Укажите преимущества и недостатки процесса фильтрации.</p> <p>26. Приведите классификацию рукавных фильтров.</p> <p>27. Приведите схему рукавного элемента, поясните принцип действия.</p> <p>28. Требования, предъявляемые к фильтровальным тканям. Виды и характеристика фильтровальных тканей.</p> <p>29. Способы регенерации тканей.</p> <p>30. Принцип электрической очистки газов. Преимущества и недостатки метода.</p> <p>31. Объясните физические основы метода электрической очистки газов.</p> <p>32. Приведите классификацию электрофильтров.</p> <p>33. Приведите упрощенные схемы трубчатого и пластинчатого фильтров. Объясните принцип работы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>34. Объясните влияние электрических свойств пыли на эффективность работы электрофильтра.</p> <p>35. Какие ещё факторы влияют на эффективность работы электрофильтров?</p> <p>36. Дайте характеристику различных схем пылеулавливания.</p> <p>37. Область применения различных схем пылеулавливания.</p> <p>38. Факторы, определяющие выбор схем пылеулавливания.</p> <p>39. Дайте характеристику вытяжной, приточной и общеобменной вентиляции.</p> <p>40. Охарактеризуйте вредное влияние пылей на здоровье человека.</p>
Уметь	<p>- рассчитывать основные параметры технологии и обогатительного оборудования; анализировать устойчивость технологического процесса и качество выпускаемой продукции;</p> <p>- выбирать и рассчитывать необходимое оборудование для обезвоживания минеральных продуктов, пылеулавливания, для процессов производственного обслуживания</p>	<p>Задачи</p> <p>1. На вакуум-фильтр поступают пески сгустителя с содержанием твердого 50%, нагрузка по твердому 18 т/ч. Определить объем воды, удаляемой с фильтратом, если кек фильтра имеет влажность 12%, а потери твердого с фильтратом составляют 1,5%.</p> <p>2. На пресс-фильтр поступает сгущенный продукт отстойника с содержанием твердого 25% в количестве 80 м³/ч. Плотность твердой фазы равна 2600 кг/м³. Рассчитать объем фильтрата и объем воды в кеке, если кек содержит 18% влаги. Потерями твердого с фильтратом пренебречь.</p>
Владеть	<p>- методами расчёта качественно-количественной и водно-шламовой схем;</p> <p>- методами обоснования основных параметров и методиками расчета технологического оборудования для вспомогательных процессов</p>	<p>Задачи</p> <p>1. На сгущение поступает 150 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3000 кг/м³. Рассчитать диаметр сгустителя, если удельная площадь сгущения 14,4 м²·ч/т.</p> <p>2. Определить необходимую площадь сгущения, если разжижение исходной пульпы 13, а разжижение сгущенного продукта 2. Скорость осаждения частиц твердого 0,5 см/мин, а производительность сгустителя по твердому 100 т/ч.</p> <p>3. На сгущение поступает 240 м³/ч пульпы с содержанием твердого 10%. Плотность твердой фазы 3,2 г/см³. Рассчитать необходимую площадь сгущения, если удельная площадь сгущения 0,28 м²·сут/т.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПСК-6.4 Способность разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> - современные проекты по переработке минерального и техногенного сырья и методологию их проектирования; - методики расчета производительности обогатительной фабрики и отдельных ее цехов; - методики определения параметров оборудования для вспомогательных процессов на обогатительных фабриках 	<p style="text-align: center;">Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Водоснабжение и водоотведение на обогатительных фабриках. 2. Схемы водоснабжения обогатительных фабрик. 3. Что такое водопровод? Какие основные сооружения входят в состав водопроводной сети? Классификация водопроводов. 4. Принципиальная схема водоснабжения обогатительной фабрики. Какими бывают схемы водоснабжения ОФ? 5. Обратное водоснабжение обогатительных фабрик 6. На какие нужды расходуется вода на ОФ? Что такое свежая техническая вода и обратная вода? 7. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения (с примерами). 8. Назначение водонапорной башни в системе водоснабжения? 9. Что такое наружная и внутренняя водопроводная сеть? 10. Кольцевые и тупиковые водопроводные сети. Достоинства и недостатки схемы, области их применения. 11. Что такое гидравлический уклон? 12. Какая точка водопроводной сети называется диктующей? 13. Какие трубы применяются для водопроводных сетей и какие требования к ним предъявляют? 14. Что называется гидравлическим транспортом? Достоинства и недостатки гидравлического транспорта. 15. Что такое критическая скорость потока и от чего она зависит? 16. Самотечный гидротранспорт: в каких случаях применяется, какие сооружения входят в его состав?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>17. Напорный гидротранспорт: в каких случаях применяется, какие сооружения входят в его состав?</p> <p>18. Хвостовое хозяйство обогатительных фабрик: назначение, состав сооружений, эксплуатация.</p> <p>19. Типы хвостохранилищ. Какие факторы определяют выбор площадки под хвостохранилище?</p> <p>20. Какие сооружения входят в состав хвостового хозяйства ОФ, их назначение?</p> <p>21. Что такое насос? Что такое напор и подача насоса? Какие превращения энергии происходят при работе насоса?</p> <p>22. Конструкция и принцип действия центробежного насоса (уметь зарисовывать).</p> <p>23. Грунтовые и песковые насосы. В чем их отличие от центробежных насосов, работающих на чистой воде?</p> <p>24. Какие исходные данные необходимы для расчета гидравлического транспорта?</p> <p>25. Методика расчета гидравлического транспорта.</p> <p>26. Что называется требуемым свободным напором, из чего он складывается?</p> <p>27. Как определяется расчетная высота водонапорной башни?</p>
Уметь	<p>- разрабатывать и реализовывать проекты производства по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования;</p> <p>- рассчитывать производительность и определять параметры оборудования для процессов обезвоживания, пылеулавливания, воздухообеспечения, водоснабжения, гидравлического транспорта</p>	<p>Задача:</p> <p>На фильтрование поступает 250 м³/ч суспензии с содержанием твердого 58%. Плотность твердой фазы 4000 кг/м³. Рассчитать материальный баланс процесса, если влажность кека 10%. Потерями твердого с фильтратом пренебречь. Определить необходимую площадь фильтрования, если q = 200 кг/м²·ч.</p>
Владеть	<p>- принципами формирования генерального плана и компоновочными решениями обогатительных фабрик;</p> <p>- основами современных методов проектирования обогатительных фабрик</p>	<p>Перечень тем рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы проектирования генерального плана. 2. Состав и структура обогатительной фабрики. 3. Проектно-компоновочные решения вспомогательных цехов.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПСК-6.5 готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - принципы автоматизации производственных процессов; - работу и регулировку оборудования. 	<p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В суспензии содержится 35% твердого. Плотность твердой фазы 3,8 т/м³. Рассчитать плотность суспензии, массу навески для приготовления 330 м³ такой суспензии, объем воды. 2. Приготовить 2 л пульпы при содержании твердого в пульпе 45% и плотности твердой фазы 4200 кг/м³. Рассчитать массу навески, объем воды и плотность полученной пульпы 3. В радиальный сгуститель поступает 400 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3200 кг/м³. Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - задавать необходимые параметры технологического процесса; - работать в программных комплексах Autocad и Компас; - обрабатывать результаты экспериментов и анализов работы фабрики. 	<p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В радиальный сгуститель поступает 400 м³/ч пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы 3200 кг/м³. Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь. 2. На сгущение поступает 500 м³/ч пульпы с разжижением равным 3. Плотность твердой фазы 2800 кг/м³. Выход сгущенного продукта 90%, содержание твердого в сгущенном продукте 63%. Рассчитать объем слива, объем воды, уходящей с песками, плотность сгущенного продукта, массу влажных песков. 3. На сгущение поступает пульпа с плотностью твердой фазы 3800 кг/м³ в количестве 150 т/ч (сухая масса). Разжижение суспензии 5. Рассчитать объем воды, удаляемой в слив; объем воды, уходящей с песками, если плотность сгущенного продукта 1900 кг/м³.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - основной терминологией курса; - навыками работы в программных 	Варианты контрольной работы по разделу «Обезвоживание продуктов обогащения»

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>комплексах; - методами проектирования оборудования для вспомогательных процессов.</p>	<p style="text-align: center;">Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите виды влаги и укажите порядок насыщения влагой абсолютно сухого материала. 2. Раскройте влияние крупности и формы частиц на влагоудерживающую способность продуктов обогащения. 3. Опишите процесс обезвоживания в бункерах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала. 4. Приведите конструкцию и принцип работы дискового вакуум-фильтра. Перечислите достоинства и недостатки конструкции. <p style="text-align: center;">Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте характеристику адсорбированной влаги. На какие виды она подразделяется? 2. Раскройте влияние физико-химического состояния поверхности твердого на влагоудерживающую способность продуктов обогащения. 3. Опишите процесс обезвоживания на грохотах. Укажите область применения процесса; какая влага удаляется из материала. 4. Приведите конструкцию и принцип работы радиального сгустителя с центральным приводом. Перечислите достоинства и недостатки конструкции.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Вспомогательные процессы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2018 — Том 1 : Обогащительные процессы — 2018. — 420 с. -Режим доступа : <https://e.lanbook.com/book/134944>
2. Горлова, О. Е. Обезвоживание продуктов обогащения и обратное водоснабжение обогащительных фабрик : учебное пособие / О. Е. Горлова, Н. Н. Орехова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3298.pdf&show=dcatalogues/1/1137687/3298.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo,Cu-Zn руды [Электронный ресурс].– М.: Изд-во «Горная книга», 2005. –575 с.– ISBN 5-7418-0346-8. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>.
2. Папушин, Ю.Л. Вспомогательные процессы обогащения. Конспект лекций [Электронный ресурс]. – Донецк, ДонНТУ, 2008. – 92 с.– Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/455160/>

3. Горлова О.Е., Орехова Н.Н. Вспомогательные процессы обогащения полезных ископаемых: учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016.- 219 с.
4. Назимко, Е.И. Конспект лекций по курсу Обезвоживание продуктов обогащения [Электронный ресурс]. - ДонНТУ, Донецк – 2008. – 106 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/647547/>
5. Чуянов, Г.Г. Хвостохранилища и очистка сточных вод [Текст]: учебное пособие для вузов.-Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.-231 с.- ISBN 5-8019-0084-5.
6. Гидравлическое складирование хвостов обогащения [Текст]: Справочник /В.И. Кибирев, Г.А. Райлян, Г.Т. Сазонов. – М.: Недра, 1991. – 192 с.
7. Руденко, К.Г. Обеспыливание и пылеулавливание при обработке полезных ископаемых [Текст] / К.Г. Руденко, А.В. Калмыков.– М.: Недра, 1987. – 263 с.
8. Батаногов, А.И. Водовоздушное хозяйство обогатительных фабрик [Текст]: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1984.- 295 с.
9. Периодические издания: "Обогащение руд", реферативный журнал "Горное дело", "Горный журнал", "Горный журнал. Известия высших учебных заведений".

в) Методические указания:

Горлова О.Е. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вспомогательные процессы» для обучающихся по специальности 130405.65 всех форм обучения.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015.- 30 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593 от 20.05.2016	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. <http://www.giab-online.ru/> Электронная версия журнала Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ГИАБ.
2. <http://www.miningexpo.ru/> Горнопромышленный портал России
3. <http://www.geoinform.ru/> Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министер-ства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО «ГЕОИН-ФОРММАРК»
4. <http://rudmet.ru/> Издательский дом «Руда и Металлы» Еженедельное новостное электронное издание "Ore&Metals Weekly
5. Сайты производителей обогатительного оборудования www.metso.com., www.flsmidth.com., www.outotec.com.
6. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам», Образование в области техники и технологий, Горное дело. – URL: http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.5 .
8. Международная справочная система экономических сообщений и отраслевой аналитики средств массовой информации polpred («Полпред»), отрасль «Металлургия, горное дело в РФ и за рубежом». – URL: <http://metal.polpred.com/> .

9. Научная электронная библиотека: https://elibrary.ru/project_risc.asp.

10. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория вспомогательных процессов (ауд. 10)	1. Лабораторная установка для изучения кинетики сгущения. 2. Лабораторная вакуум-фильтровальная установка с поворотной воронкой. 3. Лабораторная вакуум-фильтровальная установка для определения констант фильтрования. 4. Лабораторная установка барабанного вакуум-фильтра. 5. Весы технические.
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.