



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыгалев

15.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	4

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
03.03.2021, протокол № 7

Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
15.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  И.А. Пыгалев

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ГМДиОПИ, канд. техн. наук

 О. Е. Горлова

Рецензент:  
ведущий специалист горно-обогатительного направления агло-коксо-доменной группы НТЦ ПАО «ММК», канд. техн. наук

 М.А. Цыгалов

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Вспомогательные процессы входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Геология

Гидромеханика

Обогащение полезных ископаемых

Физические методы изучения полезных ископаемых

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Флотационный метод обогащения

Проектирование обогатительных фабрик

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры
ПК-3.1	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья
ПК-3.2	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и дробильно-сортировочных установок
ПК-3.3	Оптимизирует режимы работы оборудования, используя теоретические основы методов обогащения полезных ископаемых

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 16,2 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 155,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. «Обезвоживание продуктов обогащения»								
1.1 1.1.1. Тема «Значение воды и воздуха в технологических процессах обогащения, в осуществлении транспорта материалов, обеспечение комфортной среды для трудящихся. Классификация вспомога-тельных процессов»	4	1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение домашних задач по теме «Показатели влагосодержания».	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2 1.2. Тема «Влагоудерживающая способ-ность материалов»					10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение домашних задач по теме «Показатели влагосодержания».	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.3 1.3. Тема «Дренирование»					10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.4 1.4. Тема «Сгущение»			1/2И		10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

1.5	1.5.	Тема «Фильтрование»				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.6	1.6.	Тема «Сушка»				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.7	1.7.	Тема «Технологические схемы обезвоживания»				10	Подготовка к семинарскому занятию № 1. Подготовка к контрольной работе.	Выступление на семинарском занятии №1. Выполнение контрольной работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу			1	2/2И		70			
2. Раздел 2. «Обеспыливание и пылеулавливание»									
2.1	2.1.	Тема «Обеспыливание продуктов обогащения»				14	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение домашних задач.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2	2.2.	Тема «Общие сведения о пылеулавливании на обогатительных фабриках»	4			12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение домашних задач.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.3	2.3.	Тема «Методы пылеулавливания»				12	Подготовка к семинарскому занятию № 2.	Выступление на семинарском занятии №2.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу			1	2		38			
3. Раздел 3. «Водовоздушное хозяйство обогатительных фабрик»									
3.1	3.1.	Тема «Общие вопросы водоснабжения обогатительных фабрик»	4			8,7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.2	3.2.	Тема «Насосы и насосные станции»				10	Решение домашних задач по теме «Расчет водопроводной сети».	Проверка решения домашних задач.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

3.3 3.3. Тема «Общие вопросы воздухообеспечения обогатительных фабрик»		1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		3	1/0,4И		28,7			
4. Раздел 4. «Хвостовое хозяйство обогатительных фабрик»								
4.1 4.1. Тема «Общие сведения о канализации»	4	1			8,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию. Решение домашних задач по теме «Расчет хвостового хозяйства обогатительной фабрики».	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4.2 4.2. Тема «Гидравлический транспорт продуктов обогащения»			1		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	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		1	1		18,4			
Итого за семестр		6	6/2,4И		155,1		кр,экзамен	
Итого по дисциплине		6	6/2,4И		155,1		курсовая работа, экзамен	

## **5 Образовательные 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-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.



## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **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.informsystema.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. Чуюнов, 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 обогащительных 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:**

<https://e.lanbook.com/book/134944> 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.

<http://e.lanbook.com/books/> 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.

<http://www.twirpx.com/file/455160/> Папушин, Ю.Л. Вспомогательные процессы обогащения. Конспект лекций [Электронный ресурс]. – Донецк, ДонНТУ, 2008. – 92 с. –

<http://www.twirpx.com/file/647547/> Назимко, Е.И. Конспект лекций по курсу Обезвоживание продуктов обогащения [Электронный ресурс]. □ ДонНТУ, Донецк – 2008. – 106 с.

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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.

## 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 обогажительных 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 обогажительных фабриках.
10. Борьба с пылью на обогажительных 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.
- 5.

#### 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.
6. 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  $\theta$ , тем меньше влажность продукта.
3. Чем больше  $\theta$ , тем выше влажность продукта.
4. Чем меньше  $\theta$ , 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. м<sup>2</sup>ч/т.
  2. м<sup>2</sup>/т.
  3. м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч.
  4. т/м<sup>2</sup>ч.
7. Как изменяется  $\xi$ -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 ожиженной 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 фильтрации 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 фильтрации?
  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 18мм/с.
2. Для крупнозернистых суспензий с крупностью частиц от 2 до 0,2мм.
3. Для труднофильтруемых сильноразбавленных пульп с крупностью частиц до 1мм и менее.

4. Для тонко измельченных продуктов крупностью 30-100мм.

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. Дренирование.

3. Фильтрование.

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 внутрезерновых 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. Дренирование – 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 разряжения 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 сушеного 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-свободнаягравитационная–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 сити.
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. Дренажное 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  $1 \text{ м}^2$  поверхности сушимого материала в единицу времени
  2. Убыль испаряемой влаги с  $1 \text{ м}^2$  поверхности сушильного материала в единицу времени
  3. Масса влаги, испаряемой с  $1 \text{ м}^3$  сушильного барабана в единицу времени
  4. Масса водяного пара приходящаяся на  $1 \text{ кг}$  абсолютно сухого воздуха

### *Домашние задачи*

#### **К теме «Показатели влагосодержания»**

1. Приготовить  $1 \text{ л}$  пульпы при содержании твердого в пульпе  $60\%$  и плотности твердой фазы  $3000 \text{ кг/м}^3$ . Рассчитать массу навески, объем воды и плотность полученной пульпы.
2. В суспензии содержится  $36\%$  твердого. Плотность твердой фазы составляет  $4,3 \text{ г/см}^3$ . Определить плотность такой пульпы, массу  $12 \text{ м}^3$  пульпы, массу навески, объем воды.
3. Для лабораторных испытаний необходимо приготовить  $15 \text{ м}^3$  суспензии при содержании твердой фазы в ней  $20\%$ . Плотность твердой фазы  $2200 \text{ кг/м}^3$ . Рассчитать массу навески, объем воды для приготовления суспензии, ее плотность. Рассчитать массу  $2 \text{ л}$  такой суспензии.
4. В суспензии содержится  $35\%$  твердого. Плотность твердой фазы  $3,8 \text{ т/м}^3$ . Рассчитать плотность суспензии, массу навески для приготовления  $330 \text{ м}^3$  такой суспензии, объем воды.
5. Приготовить  $2 \text{ л}$  пульпы при содержании твердого в пульпе  $45\%$  и плотности твердой фазы  $4200 \text{ кг/м}^3$ . Рассчитать массу навески, объем воды и плотность полученной пульпы
6. В радиальный сгуститель поступает  $400 \text{ м}^3/\text{ч}$  пульпы с содержанием твердого  $8\%$ . Плотность твердой фазы  $3200 \text{ кг/м}^3$ . Содержание твердого в песках  $55\%$ . Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.
7. На сгущение поступает  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$  пульпы с разжижением равным  $3$ . Плотность твердой фазы  $2800 \text{ кг/м}^3$ . 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  $3800 \text{ кг/м}^3$  в количестве  $150 \text{ т/ч}$  (сухая масса). Разжижение суспензии  $5$ . Рассчитать объем воды, удаляемой в слив; объем воды, уходящей с песками, если плотность сгущенного продукта  $1900 \text{ кг/м}^3$ .
9. На вакуум-фильтр поступают пески сгустителя с содержанием твердого  $50\%$ , нагрузка по твердому  $18 \text{ т/ч}$ . 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  $80 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Плотность твердой фазы равна  $2600 \text{ кг/м}^3$ . Рассчитать объем

фильтрата и объем воды в кеке, если кек содержит 18% влаги. Потерями твердого с фильтратом пренебречь.

11. На фильтрование поступает  $250 \text{ м}^3/\text{ч}$  суспензии с содержанием твердого 58%. Плотность твердой фазы  $4000 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Рассчитать материальный баланс процесса, если влажность кека 10%. Потерями твердого с фильтратом пренебречь. Определить необходимую площадь фильтрования, если  $q = 200 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ .

**К теме «Расчет сгустителей»**

1. На сгущение поступает  $150 \text{ м}^3/\text{ч}$  пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы  $3000 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Рассчитать диаметр сгустителя, если удельная площадь сгущения  $14,4 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{т}$ .
2. Определить необходимую площадь сгущения, если разжижение исходной пульпы 13, а разжижение сгущенного продукта 2. Скорость осаждения частиц твердого  $0,5 \text{ см}/\text{мин}$ , а производительность сгустителя по твердому  $100 \text{ т}/\text{ч}$ .
3. На сгущение поступает  $240 \text{ м}^3/\text{ч}$  пульпы с содержанием твердого 10%. Плотность твердой фазы  $3,2 \text{ г}/\text{см}^3$ . Рассчитать необходимую площадь сгущения, если удельная площадь сгущения  $0,28 \text{ м}^2 \cdot \text{сут}/\text{т}$ .
4. Рассчитать гидравлическую крупность зерен взвеси в условиях свободного осаждения, если эквивалентный диаметр частиц  $35 \text{ мкм}$ , а плотность осаждаемых частиц  $3000 \text{ кг}/\text{м}^3$ .
5. Рассчитать размер оседающих зерен плотностью  $2,8 \text{ г}/\text{см}^3$ , если их гидравлическая крупность в условиях свободного осаждения составляет  $0,5 \text{ мм}/\text{с}$ .

## 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-3 Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры		
ПК-3.1	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья	<p><b>Контрольные вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль и значение вспомогательных процессов на обогатительных фабриках. Классификация вспомогательных процессов.</li> <li>2. Роль воды в обогащении полезных ископаемых.</li> <li>3. Назначение операций обезвоживания при обогащении полезных ископаемых. Классификация методов обезвоживания.</li> <li>4. Факторы, определяющие влагоудерживающую способность продуктов обогащения.</li> <li>5. Классификация видов влаги и методы ее удаления из продуктов обогащения.</li> <li>6. Дренажное: сущность процесса; классификация способов дренажного и области их применения. Факторы, влияющие на процесс.</li> <li>7. Сгущение: сущность процесса; области применения.</li> <li>8. Кинетика процесса сгущения.</li> <li>9. Факторы, влияющие на процесс сгущения.</li> <li>10. Процессы, протекающие в осаждающейся пульпе. Применение коагулянтов и флокулянтов при сгущении, механизмы их действия.</li> <li>11. Методика экспериментального изучения процесса сгущения. Кинетика сгущения. Кривые сгущения.</li> <li>12. Общие сведения о сгущении хвостов.</li> <li>13. Пастовое сгущение хвостов.</li> <li>14. Фильтрация хвостов.</li> <li>15. Реализованные проекты складирования сгущенных хвостов</li> <li>16. Фильтрация. Сущность процесса; классификация способов фильтрации; факторы, влияющие на процесс фильтрации.</li> <li>17. Основное уравнение фильтрации для несжимаемых осадков.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>18. Кинетика процесса фильтрования.</p> <p>19. Факторы, оказывающие основное влияние на процесс фильтрования.</p> <p>20. Методика экспериментального изучения кинетики фильтрования.</p> <p>21. Методика экспериментального определения констант фильтрования.</p> <p>22. Типы фильтровальных перегородок и требования к ним.</p> <p>23. Схемы фильтровальных установок. Достоинства и недостатки схем, практика их применения на обогатительных фабриках.</p> <p>24. Сушка: сущность процесса, принципиальная схема сушильной установки.</p> <p>25. Процессы влагообмена при сушке, виды влаги при сушке. Напряженность барабана по испаряемой влаге.</p> <p>26. Кривые сушки. Скорость сушки.</p> <p>27. Борьба с пылью на обогатительных фабриках.</p> <p>28. От каких факторов зависит появление пыли в рабочих помещениях фабрик?</p> <p>29. Назовите источники образования пыли на ОФ.</p> <p>30. Дайте характеристику первичной и вторичной пыли.</p> <p>31. Назовите способы пылеулавливания и дайте их краткую характеристику.</p> <p>32. Что такое КПД пылеуловителя?</p> <p>33. С какой целью применяется обеспыливание руды и продуктов обогащения?</p> <p>34. Какие методы обеспыливания применяются на фабриках?</p>
ПК-3.2	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и дробильно-сортировочных установок	<p><b><i>Зарисовать эскиз оборудования, объяснить принцип его работы и регулировки, назвать основные достоинства и недостатки:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство, принцип работы дренажных складов; области их применения.</li> <li>2. Устройство, принцип работы обезвоживающих бункеров; области их применения.</li> <li>3. Устройство, принцип работы обезвоживающих ковшовых элеваторов.</li> <li>4. Обезвоживание на грохотах и ситах.</li> <li>5. Обезвоживание в механических классификаторах.</li> <li>6. Интенсификация процесса дренирования.</li> <li>7. Классификация аппаратов для сгущения и осветления пульп.</li> <li>8. Конструкция и принцип работы радиального сгустителя с периферическим приводом.</li> </ol> <p>Достоинства и недостатки сгустителя; область применения.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>9. Конструкция и принцип действия радиального сгустителя с центральным приводом тяжелого типа. Достоинства и недостатки; область применения.</p> <p>10. Конструкция и принцип работы сгустителя SUPAFLO. Факторы, влияющие на работу сгустителей.</p> <p>11. Совершенствование конструкций аппаратов для сгущения пульп.</p> <p>12. Сгущение в тонком слое. Конструкция и принцип действия тонкослойного отстойника. Достоинства и недостатки; область применения.</p> <p>13. Конструкция и принцип работы дискового вакуум-фильтра. Достоинства и недостатки, область применения.</p> <p>14. Конструкция и принцип работы дискового вакуум-фильтра, область применения. Конструктивные особенности дискового вакуум-фильтра «Мастер».</p> <p>15. Конструкция и принцип работы вакуум-фильтра CERAMEC. Достоинства и недостатки фильтра, область применения.</p> <p>16. 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.</p> <p>17. Конструкция и принцип работы ленточного вакуум-фильтра. Достоинства и недостатки; область применения.</p> <p>18. Классификация фильтр - прессов. Принцип работы фильтр-пресса. Достоинства и недостатки фильтр-прессов, области их применения.</p> <p>19. Конструкция и принцип работы вертикального фильтр-пресса. Достоинства и недостатки фильтр-прессов, области их применения.</p> <p>20. Устройство и работа барабанных сушилок. Достоинства и недостатки; область применения.</p> <p>21. Обеспыливание асбестовых концентратов как метод повышения их качества.</p> <p>22. Конструкции циклонов и батарейных циклонов для пылеулавливания.</p> <p>23. Конструкции мокрых пылеуловителей.</p> <p>24. Конструкции барботажных и пенных пылеуловителей.</p> <p>25. Конструкции тканевых фильтров для пылеулавливания.</p> <p>26. Конструкции зернистых и комбинированных фильтров.</p> <p>27. Конструкции электрофильтров.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-3.3	Оптимизирует режимы работы оборудования, используя теоретические основы методов обогащения полезных ископаемых	<p><b>Практическое задание: Составить технологическую схему, выбрать необходимое оборудование для каждой операции, обосновать оптимальные параметры процессов и режимы работы оборудования»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– схему обезвоживания продуктов обогащения на магнитообогащительной фабрике;</li> <li>–схему обезвоживания продуктов обогащения на гравитационной фабрике;</li> <li>– схему обезвоживания продуктов обогащения на флотационной фабрике;</li> <li>– схему сгущение и складирование сгущенных хвостов;</li> <li>– схему пылеулавливания и обеспыливания в дробильных отделениях обогатительной фабрики;</li> <li>– схему пылеулавливания и обеспыливания в сушильном отделении обогатительной фабрики;</li> <li>– схему пылеулавливания и обеспыливания дробильно-сортировочной установки;</li> <li>– схему размещения оборудования обезвоживающих установок.</li> </ul> <p><b>Расчетное задание:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На центрифугирование поступает пульпа объемом 500 м<sup>3</sup>/ч с содержанием в ней твердого 10%. Плотность твердой фазы 3900 кг/м<sup>3</sup>. Определить объем слива и объем воды, уходящей с осадком, если содержание твердого в нем 60%. Потерями твердого со сливом пренебречь.</li> <li>2. На вакуум-фильтр поступает сгущенный продукт сгустителя с содержанием твердого 45%. Нагрузка по твердому 24 т/ч. Плотность твердой фазы 3,2 г/см<sup>3</sup>. Определить объем фильтрата и объем воды, уходящей с кеком, если кек имеет влажность 15%. Потери твердого с фильтратом составляют 2%.</li> <li>3. На фильтрование поступают пески сгустителя объемом 320 м<sup>3</sup>/ч с содержанием твердого 45%. Плотность твердой фазы 3800 кг/м<sup>3</sup>. 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/дм<sup>3</sup>.</li> <li>4. В пульпе содержится 14% твердого. Плотность твердой фазы 5000кг/м<sup>3</sup>. Определить плотность такой пульпы, массу 300 дм<sup>3</sup> такой пульпы, массу в ней твердого (в тоннах) и объем воды.</li> <li>5. На сгущение поступает пенный продукт флотации в объеме 800 м<sup>3</sup>/ч с плотностью твердой фазы 3800 кг/м<sup>3</sup> 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.</li> <li>6. Необходимо приготовить 2 литра пульпы с содержанием в ней твердого 45%. Плотность твердой</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>фазы <math>4200 \text{ кг/м}^3</math>. Рассчитать массу навески, объем воды и плотность приготовленной суспензии.</p> <p>7. В сгуститель поступает пульпа в количестве <math>650 \text{ м}^3/\text{ч}</math> с содержанием в ней твердого 20%. Плотность твердой фазы <math>2900 \text{ кг/м}^3</math>. Рассчитать объем воды, удаляемой в слив, если плотность сгущенного продукта <math>1650 \text{ кг/м}^3</math>. Потерями твердого со сливом пренебречь. Рассчитать содержание твердого в сгущенном продукте.</p> <p>8. В пульпе содержится 30% твердого. Плотность твердой фазы <math>4 \text{ г/см}^3</math>. Определить плотность пульпы, массу <math>240 \text{ м}^3</math> такой пульпы, массу в ней твердого (в тоннах) и объем воды.</p> <p>9. В радиальный сгуститель поступает <math>400 \text{ м}^3/\text{ч}</math> пульпы с содержанием твердого 8%. Плотность твердой фазы <math>3200 \text{ кг/м}^3</math>. Содержание твердого в песках 55%. Рассчитать объем слива и плотность песков. Потерями твердого пренебречь.</p> <p>10. На сгущение поступает <math>500 \text{ м}^3/\text{ч}</math> пульпы с разжижением равным 3. Плотность твердой фазы <math>2800 \text{ кг/м}^3</math>. Выход сгущенного продукта 90%, содержание твердого в сгущенном продукте 63%. Рассчитать объем слива, объем воды, уходящей с песками, плотность сгущенного продукта, массу влажных песков.</p>

**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.