

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА ДИСПЕРСНЫХ СРЕД

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	профессор О.А. Дубовиков

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Механика дисперсных сред» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07.08.2020;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Составитель: _____ профессор каф. ХТПЭ Дубовиков О.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Механика дисперсных сред» является формирование профессиональной технической культуры, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретённую совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения выполнения балансовых расчётов основных химико-технологических переделов и выполнение элементов проектных разработок. Подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов и аппаратов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение студентами проблем возникающих при реализации энергосберегающих, ресурсосберегающих технологических процессов переработки природных энергоносителей и при защите окружающей среды от техногенных воздействий;
- овладение приёмами сбора научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта для разработки проектов и реконструкции промышленных агрегатов и оборудования;
- формирование профессиональных навыков в проектировании реакторов химико-технологических процессов, организации и проведения эксперимента, анализе и обработке данных с использованием современных информационных технологий;
- формирование способностей использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика дисперсных сред» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» и изучается во 2-м семестре.

Дисциплина «Механика дисперсных сред» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теплоперенос в гетерогенных системах», «Процессы массопереноса в системах с участием твёрдой фазы».

Особенностью дисциплины является - понимание социальной значимости своей будущей профессии, осознание высокой мотивации к выполнению профессиональной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Механика дисперсных сред» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать нормы выработки на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3	ОПК-3.1. Знает: методы и нормативные документы для разработки технической документации; основные методики технологических расчетов; принцип действия и устройство основных машин и аппаратов химической технологии
		ОПК-3.2. Умеет: разработать схему мероприятий по комплексному использованию природного сырья; изыскать способы утилизации отходов производства; обосновывать принятие конкретного аппаратурного и технического решения при

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		разработке технологических процессов; рассчитать и оценить основные технико-экономические показатели технологического процесса; применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов
		ОПК-3.3. Владеет: навыками опытом разработки и составления отдельных научно-технических, проектных и служебных документов; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; методами для разработки технической документации по разработанным проектам и программам

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия, в том числе:	56	56
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	52	52
Проработка конспекта лекций	6	6
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	12	12
Реферат	12	12
Подготовка к контрольной работе	4	4
Подготовка к экзамену	6	6
Подготовка к диф. зачету	-	-
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифф. зачет (ДЗ)	36	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. «Структура и структурные связи твердых дисперсных сред»	16	2	4	2	8
Раздел 2. «Гидродинамика неподвижного зернистого слоя. Основы механики кипящего слоя»	16	2	4	2	8
Раздел 3. «Движение сыпучего материала в транспортирующих и технологических устройствах»	14	2	4	2	6
Раздел 4. «Движение оживленных твердых дисперсных систем»	14	2	4	2	6
Раздел 5. «Разделение неоднородных систем»	16	2	4	2	8
Раздел 6. «Разделение газовых систем»	16	2	4	2	8
Раздел 7. «Перемешивание в жидких средах»	16	2	4	2	8
Итого:	108	14	28	14	52

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Структура и структурные связи твердых дисперсных сред	Состав и строение твердых дисперсных сред. Компоненты структуры. Форма и размеры твердых частиц. Гранулометрический состав. Сыпучесть порошкообразных материалов. Взаимодействие между частицами. Физические свойства сыпучих материалов: угол естественного откоса, коэффициент внутреннего трения, коэффициенты трения о твердые несущие конструкции, угол естественного откоса, влажность, подвижность и связность частиц, слеживаемость, абразивность.	2
2	Гидродинамика неподвижного зернистого слоя. Основы механики кипящего слоя	Течение жидкости через неподвижные зернистые слои. Основные параметры, характеризующие структуру зернистого слоя (порочность, эквивалентный диаметр частиц, гидравлический радиус каналов, удельная поверхность слоя и частицы). Начало псевдооживления. Образование разрывов. Влияние сил сцепления между частицами. Основные уравнения для развитого кипящего слоя. Поверхности разрыва в псевдооживленном слое и их устойчивость. Движение пузырей в кипящем слое. Массообмен между пузырями и непрерывной фазой в реакторе с кипящим слоем. Математические модели реакторов с кипящим слоем.	2
3	Движение сыпучего материала в	Транспортирующие устройства для сыпучих материалов. Истечение сыпучего материала из	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
	транспортирующих и технологических устройствах	емкостей и бункеров. Истечение сыпучего материала под действием побудителей потока. Движение сыпучего материала в трубчатых питателях и машинах барабанного типа	
4	Движение оживленных твердых дисперсных систем	Общие вопросы механики оживленных твердых дисперсных систем. Транспортные устройства с механическим псевдооживлением сыпучего материала. Пневматические транспортные системы с твердой фазой.	2
5	Разделение неоднородных систем	Неоднородные системы и методы их разделения. Отстаивание. Скорость стесненного осаждения (отстаивания). Коагуляция частиц дисперсной фазы. Отстойники. Фильтрование. Уравнения фильтрования. Фильтровальные перегородки. Устройство фильтров. Расчет фильтров. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Расчет центрифуг.	2
6	Разделение газовых систем	Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов. Электрическая очистка газов. Коагуляции и укрупнение частиц, отделяемых при газоочистке. Сравнительные характеристики и выбор газоочистительной аппаратуры.	2
7	Перемешивание в жидких средах	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Расход энергии на перемешивании. Конструкции мешалок, их характеристики и выбор.	2
Итого:			14

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет гидравлического сопротивления неподвижного слоя	4
2	Раздел 2	Расчет скоростей псевдооживления, витания и уноса	4
3	Раздел 3	Конструкции бункеров. Определение их основных размеров	4
4	Раздел 4	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле	4
5	Раздел 5	Уравнение фильтрования. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий	4
6	Раздел 6	Основы расчета центробежных циклонов	4
7	Раздел 7	Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок	4
Итого:			28

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Экспериментальное определение гранулометрического состава методом весовой седиментации	2
2	Раздел 2	Изучение работы реактора каталитического крекинга	2
3	Раздел 3	Изучение движения сыпучего материала в трубчатой вращающейся печи	2
4	Раздел 4	Экспериментальное определение площади сгустителя	2
5	Раздел 5	Изучение процесса фильтрации при постоянном давлении	2
6	Раздел 6	Определение запыленности газовой среды	2
7	Раздел 7	Определение работы емкостного реактора с механической мешалкой	2
		Итого:	14

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Структура и структурные связи твердых дисперсных сред

1. Состав и строение твердых дисперсных сред.
2. Компоненты структуры.
3. Форма и размеры твердых частиц. Гранулометрический состав.
4. Сыпучесть порошкообразных материалов. Взаимодействие между частицами.

5. Физические свойства сыпучих материалов: угол естественного откоса, коэффициент внутреннего трения, коэффициенты трения о твердые несущие конструкции, угол естественного откоса, влажность, подвижность и связность частиц, слеживаемость, абразивность.

Раздел 2. Гидродинамика неподвижного зернистого слоя. Основы механики кипящего слоя

1. Течение жидкости через неподвижные зернистые слои.
2. Основные параметры, характеризующие структуру зернистого слоя – порочность.
3. Эквивалентный диаметр частиц.
4. Гидравлический радиус каналов.
5. Удельная поверхность слоя и частицы.
6. Начало псевдооживления. Образование разрывов.
7. Влияние сил сцепления между частицами.
8. Основные уравнения для развитого кипящего слоя.
9. Поверхности разрыва в псевдооживленном слое и их устойчивость.
10. Движение пузырей в кипящем слое.
11. Массообмен между пузырями и непрерывной фазой в реакторе с кипящим слоем.
12. Математические модели реакторов с кипящим слоем.

Раздел 3. Движение сыпучего материала в транспортирующих и технологических устройствах

1. Транспортирующие устройства для сыпучих материалов.
2. Истечение сыпучего материала из емкостей и бункеров.
3. Истечение сыпучего материала под действием побудителей потока.
4. Движение сыпучего материала в трубчатых питателях и машинах барабанного типа.

Раздел 4. Движение оживленных твердых дисперсных систем

1. Общие вопросы механики оживленных твердых дисперсных систем.
2. Транспортные устройства с механическим псевдооживлением сыпучего материала.
3. Пневматические транспортные системы с твердой фазой.
4. Составление математических моделей механики оживленных твердых дисперсных систем.

Раздел 5. Разделение неоднородных систем

1. Неоднородные системы и методы их разделения.
2. Отстаивание. Отстойники. Скорость стесненного осаждения (отстаивания).
3. Коагуляция частиц дисперсной фазы.
4. Фильтрование. Уравнения фильтрования.
5. Фильтровальные перегородки. Устройство фильтров. Расчет фильтров.
6. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения. Расчет центрифуг.

Раздел 6. Разделение газовых систем

1. Гравитационная очистка газов.
2. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил.
3. Очистка газов фильтрованием.
4. Мокрая очистка газов.
5. Электрическая очистка газов.
6. Коагуляции и укрупнение частиц, отделяемых при газоочистке.
7. Сравнительные характеристики и выбор газоочистительной аппаратуры.

Раздел 7. Перемешивание в жидких средах

1. Перемешивание в жидких средах.
2. Виды перемешивания.
3. Интенсивность и эффективность перемешивания.
4. Механическое перемешивание.
5. Расход энергии на перемешивание.

б. Конструкции мешалок, их характеристики и выбор.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

Тема «Структура и структурные связи твердых дисперсных сред»

Опишите состав и строение твердых дисперсных сред. Какие компоненты входят в состав структуры? Какую форму и размеры имеют твердые частицы? Опишите гранулометрический состав. Как определяется сыпучесть порошкообразных материалов? Влияние взаимодействия между частицами. Опишите физические свойства сыпучих материалов: угол естественного откоса, коэффициент внутреннего трения, коэффициенты трения о твердые несущие конструкции, угол естественного откоса, влажность, подвижность и связность частиц, слеживаемость, абразивность.

Тема «Гидродинамика неподвижного зернистого слоя Основы механики кипящего слоя»

Что за явление течение жидкости через неподвижные зернистые слои? Опишите основные параметры, характеризующие структуру зернистого слоя: порочность, эквивалентный диаметр частиц, гидравлический радиус каналов, удельная поверхность слоя и частицы.

Что такое псевдооживление? Как образуются разрывы? Влияние сил сцепления между частицами на образование разрывов. Основные уравнения, описывающие развитый кипящий слой. Что такое поверхность разрыва в псевдооживленном слое и его устойчивость? Опишите движение пузырей в кипящем слое, охарактеризуйте массообмен между пузырями и непрерывной фазой в аппарате с кипящим слоем. Математические модели реакторов с кипящим слоем.

Тема «Движение сыпучего материала в транспортирующих и технологических устройствах»

Какие существуют транспортирующие устройства для сыпучих материалов? Опишите механизм истечения сыпучего материала из емкостей и бункеров. Интенсификация истечения сыпучего материала под действием побудителей потока. Движение сыпучего материала в трубчатых питателях и машинах барабанного типа.

Тема «Движение оживленных твердых дисперсных систем»

Механика оживленных твердых дисперсных систем. Опишите транспортные устройства с механическим псевдооживлением сыпучего материала. Опишите пневматические транспортные системы для перемещения твердой фазы.

Тема «Разделение неоднородных систем»

Что такое неоднородные системы и методы их разделения? Отстаивание: скорость стесненного осаждения, коагуляция частиц дисперсной фазы, типы отстойников. Фильтрование: уравнения фильтрации, фильтровальные перегородки, устройство фильтров и их расчет. Центрифугирование: центробежная сила, фактор разделения, расчет центрифуг.

Тема «Разделение газовых систем»

На чем основана гравитационная очистка газов? Опишите очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Фильтры для очистки газов. Мокрая очистка газов. Электростатическая очистка газов. Коагуляция и укрупнение частиц, отделяемых при газоочистке. Что такое сравнительные характеристики газоочистительной аппаратуры? Выбор газоочистительной аппаратуры.

Тема «Перемешивание в жидких средах»

Перемешивание в жидких и газообразных средах. Виды перемешивания. Как определяется интенсивность и эффективность перемешивания? Механическое перемешивание: расход энергии на перемешивании, конструкции мешалок, их характеристики и выбор.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Чем характеризуется неоднородная система?	1. концентрацией дисперсионной фазы 2. концентрацией дисперсной фазы и размерами её частиц 3. размерами частиц 4. концентрацией газообразных частиц
2	Процесс осаждения под действием сил тяжести называется:	1. сгущением 2. фильтрованием 3. осветлением 4. отстаиванием
3	Для чего применяется мокрое разделение?	1. главным образом для разделения суспензий и пылей 2. главным образом для разделения эмульсий 3. для разделения твердой фазы 4. для очистки газов от пылей и туманов
4	Какая из формул является уравнением материального баланса процесса разделения всей системы?	1. $G_c = G_{oc} + G_{ж}$ 2. $G_c = G_{oc} + G_m$ 3. $G_c = G(X_1 - X_2)$ 4. $G_c = G_{oc}(X_1 - X_2) + G$
5	Назовите фильтры периодического действия, работающие под давлением:	1. фильтрпрессы 2. нугч-фильтры закрытые 3. мешочные фильтры 4. все вышеперечисленные ответы верны
6	Что называется стесненным осаждением?	1. осаждение в ограниченном объеме при большой концентрации твердой фазы 2. осаждение в неограниченном объеме при малой концентрации 3. осаждение в ограниченном объеме при малой концентрации жидкой фазы 4. осаждение в неограниченном объеме при малой концентрации газовой фазы
7	Скорость движения твердых частиц относительно жидкости находим по формуле:	1. $\omega_0 = \frac{d^2 g (\rho_{тв} - \rho_{ж})}{18\mu} \varepsilon^2 \Phi(\varepsilon)$ 2. $\omega_0 = \frac{d^3 g (\rho_{тв} - \rho_{ж})}{9\mu} \varepsilon^3 \Phi(\varepsilon)$ 3. $\omega_0 = \frac{d^2 (\rho - \rho_{ж})}{9\mu} \varepsilon^2 \Phi(\varepsilon)$ 4. $\omega_0 = \frac{d^3 g (\rho_{тв} - \rho_{ж})}{18\mu} \varepsilon^2 \Phi(\varepsilon)$
8	Какой аппарат применяется для более эффективного разделения твердой и жидкой фазы?	1. сверхцентрифуга 2. центрифуга 3. электрофильтр 4. гидроциклон

9	По какой формуле можно найти необходимую поверхность отстаивания?	<ol style="list-style-type: none"> $F = \frac{V}{\mu_0}$ $F = \frac{V}{\omega_0}$ $F = \frac{G}{\omega_0}$ $F = \frac{V}{\tau}$
10	Для чего применяется сгущение?	<ol style="list-style-type: none"> для полного разделения жидкой фазы путем фильтрования для частичного разделения жидкой фазы путем фильтрования для полного разделения газовой фазы путем фильтрования для частичного разделения жидкой и твёрдой фазы путем фильтрования
11	Какие осадки являются труднофильтруемыми?	<ol style="list-style-type: none"> кристаллические аморфные несжимаемые сжимаемые
12	Укажите единицу измерения удельного сопротивления осадка.	<ol style="list-style-type: none"> Н/м³ Н · сек /м² Н · сек /м Н · сек/ м⁴
13	Объёмная доля жидкости в суспензии определяется по формуле?	<ol style="list-style-type: none"> $\varepsilon = \frac{V_{жс}}{V_{жс} + V_{тв}}$ $\varepsilon = \frac{V_{тв}}{V_{жс}^2 + V_{тв}}$ $\varepsilon = \frac{V_{жс}}{V_{тв} - V_{жс}}$ $\varepsilon = \frac{V_{жс}}{V_{тв}}$
14	Какие факторы влияют на процесс промывки?	<ol style="list-style-type: none"> проницаемость пористость прочность структуры все вышеперечисленные вопросы верны
15	Какой из перечисленных аппаратов не относится к вакуум-фильтрам?	<ol style="list-style-type: none"> закрытый нутч-фильтр мешочный барабанный карусельный
16	Предварительную очистку газа проводят в:	<ol style="list-style-type: none"> центробежных скрубберах полых скрубберах центрифугах циклонах
17	Преимущества мешочных фильтров	<ol style="list-style-type: none"> промывка осадка при меньшем расходе воды меньший износ ткани более легкое обслуживание все вышеперечисленные ответы верны

18	Для каких сред в качестве фильтровальных перегородок используются шерстяные ткани?	1. для кислых 2. для щелочных 3. для слабощелочных 4. для агрессивных
19	Какой фактор разделения у трубчатых сверхцентрифуг?	1. 11000-9000 2. 12000-17000 3. 8000-6000 4. 5000-3500
20	Перечислите достоинства фильтр-пресса	1. большая площадь фильтрования на единицу площади, занимаемой фильтром 2. значительная движущая сила процесса (перепад давления) 3. возможность контроля работы и отключения отдельных плит 4. все вышеперечисленные ответы верны

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Для чего применяются барабанные и дисковые вакуум-фильтры?	1. для разделения труднофильтруемых суспензий и отделения твёрдой фазы от летучих жидкостей 2. для разделения вязких эмульсий 3. для разделения высоковязких эмульсий 4. для разделения вязких суспензий
2	Мокрая очистка газа под действием центробежных сил производится в:	1. циклонах 2. центрифугах 3. рукавных фильтрах 4. электрофильтрах
3	Скорость сгущения суспензии:	1. прямопропорциональна производительности 2. обратно пропорциональна скорости стесненного осаждения осаждающихся частиц 3. обратно пропорциональна кинематической вязкости осветленной фазы суспензии 4. все вышеперечисленные ответы верны
4	Где в основном применяются жесткие фильтрующие перегородки?	1. в патронных фильтрах 2. в патронных и нутч-фильтрах 3. барабанных вакуум-фильтрах 4. электрофильтрах
5	Степень очистки газа в мокрых скрубберах.	1. 50-60 % 2. 60-70 % 3. 80-85 % 4. 90-99 %
6	По какой из перечисленных формул можно определить толщину осадка?	1. $\delta = u \frac{V}{F}$ 2. $\delta = uV$ 3. $\delta = u \frac{F}{V}$ 4. 1 и 2 ответ верны

7	Какого диаметра частицы эффективно улавливаются в центробежных циклонах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. > 5 мкм 2. > 10 мкм 3. < 10 мкм 4. > 100 мкм
8	Наибольшее гидравлическое сопротивление при очистке газов испытывает аппарат:	<ol style="list-style-type: none"> 1. центробежный циклон 2. пылесадительная камера 3. рукавный фильтр 4. электрофильтр
9	Какая из представленных формул является законом Стокса для определения скорости осаждения одиночной шарообразной частицы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\omega_{oc} = \frac{d^2(\rho - \rho_c)g}{18\mu_c}$ 2. $\omega_{oc} = \frac{d^2(\rho - \rho_c)g}{9\mu_c}$ 3. $\omega_{oc} = \sqrt{Ly \cdot \mu_c(\rho - \rho_c)g / \rho_0^2}$ 4. $\omega_{oc} = \sqrt{Re \cdot \mu_c(\rho - \rho_c)g / \rho^2}$
10	Интенсивность перемешивания определяется с помощью:	<ol style="list-style-type: none"> 1. число оборотов мешалки 2. окружная скорость конца лопастей мешалки 3. критерий Рейнольдса для процесса перемешивания 4. все вышеперечисленные ответы верны
11	В каких случаях применение пылесадительных камер наиболее эффективно?	<ol style="list-style-type: none"> 1. для очистки нетоксичных газов 2. для газов с абразивной поверхностью 3. для очистки газов с высоким содержанием крупной пыли 4. для газов с высоким содержанием влаги
12	Для расчета каких аппаратов применяется понятие «стесненное осаждение»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. циклонов 2. фильтров 3. центрифуг 4. сгустителей
13	В каких случаях применение пылесадительных камер наиболее эффективно?	<ol style="list-style-type: none"> 1. для очистки нетоксичных газов 2. для газов с абразивной поверхностью 3. для очистки газов с высоким содержанием крупной пыли 4. для газов с высоким содержанием влаги
14	Какой аппарат применяется для мокрой очистки газов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. скруббер Вентури 2. батарейный циклон 3. рукавный фильтр 4. барабанный вакуум-фильтр
15	Шнековые мешалки применяются для перемешивания:	<ol style="list-style-type: none"> 1. жидкостей 2. маловязких жидкостей 3. жидкостей высокой вязкости 4. высоковязких жидкостей
16	Сколько составляет (%) степень очистки газов от пыли в центробежных циклонах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30-40 2. 40-50 3. 60-70 4. 90-95
17	Какой аппарат для очистки газов основан на физическом принципе выделения пыли под воздействием центробежных сил?	<ol style="list-style-type: none"> 1. пылесадительная камера 2. циклон 3. камера инерционного удара 4. рукавный фильтр

18	Что характеризует константа К в основном уравнении фильтрования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки 2. режим процесса фильтрования 3. физико-химические свойства осадка и жидкости 4. разность давлений фильтровальной перегородки и под ней
19	Какие основные технологические величины характерны для теплообменных аппаратов периодического действия?	<ol style="list-style-type: none"> 1. время нагрева (охлаждения) и габаритные размеры 2. площадь теплообмена и габаритные размеры 3. площадь теплообмена и время нагрева (охлаждения) 4. площадь теплообмена
20	Укажите формулу по которой можно определить центробежную силу действующую на частицу.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $G_{ц} = \frac{m\omega_z^2}{r}$ 2. $G_{ц} = \frac{r}{m\omega_z^2}$ 3. $G_{ц} = \frac{\omega_z^2}{r}$ 4. $G_{ц} = \frac{m}{r}$

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Как называется процесс отделения твёрдой фазы от жидкой не в виде осадка, а в виде высококонцентрированной сгущенной суспензии?	<ol style="list-style-type: none"> 1. осветление 2. растворение 3. очистка 4. сгущение
2	В каких единицах измерения определяются скорость промывки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. м²/с 2. м/с 3. м³/м²·с 4. м³/с
3	Как называется величина, которая определяется по формуле: $\omega = \frac{\pi D n}{60}$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. окружная скорость 2. вращательная скорость 3. производительность центрифуги 4. продолжительность промывки
4	Какая из перечисленных формул по определению вязкости называется формулой Бачинского?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\mu = 2 + \mu_0$ 2. $\mu = 1 + 3,5q$ 3. $\mu = \mu_0 - 1$ 4. $\mu = \mu_0(1 + 4,5q)$
5	Что можно определить с помощью данной формулы: $\Sigma = \Phi F$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. индекс производительность центрифуги 2. фактор разделения 3. удельное сопротивление 4. фактор осаждения

6	Какой аппарат применяется для разделения тонких суспензий и эмульсий?	<ol style="list-style-type: none"> 1. сверхцентрифуги 2. центрифуги непрерывного действия с инерционной выгрузкой 3. центрифуги непрерывного действия и шнековой выгрузкой 4. центрифуги непрерывного действия с выгрузкой пульсирующим поршнем
7	Что можно определить с помощью данной формулы $a_k = \frac{M_k x_k}{\sum Mx}$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. молярный состав смеси 2. весовой состав смеси 3. весовой состав компонента смеси 4. весовую долю компонентов
8	Укажите, по какой формуле можно найти объемную долю компонентов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $C_k = \frac{M_k p_k}{RT}$ 2. $C_k = \frac{M_k}{RT}$ 3. $C_k = \frac{P_k}{RT}$ 4. $C_k = \frac{P_k}{R}$
9	Что характеризует диффузионный критерий Прандтля $Pr' = \frac{\mu}{\rho D}$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеризует процесс массопередачи 2. характеризует физические свойства среды 3. характеризует химические свойства среды 4. характеризует разделение фаз
10	Основные области применения лопастных мешалок:	<ol style="list-style-type: none"> 1. перемешивание жидкостей небольшой вязкости 2. растворение и суспендирование твердых веществ, обладающих малой плотностью 3. перемешивание маловязких сред и грубое смешение жидкостей 4. все вышеперечисленные ответы верны
11	В каком аппарате очистка газов происходит в процессе осаждения под действием электростатических сил?	<ol style="list-style-type: none"> 1. рукавный фильтр 2. циклон 3. электрофильтр 4. пенный пылеуловитель
12	Какой способ очистки применяется в скрубберах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. фильтрование 2. гравитационная очистка 3. мокрая очистка 4. очистка под действием инерционных сил
13	Какой размер частиц в грубых суспензиях?	<ol style="list-style-type: none"> 1. >100 мк 2. <100 мк 3. >10 мк 4. >50 мк
14	С помощью какой из перечисленных формул можно определить давление при центрифугировании?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta p = \frac{C}{F}$ 2. $\Delta p = 20 \rho_c n^2 (R_2^2 - R_1^2)$ 3. $\Delta p = 5 \rho_c n^2 (D_2^2 - D_1^2)$ 4. все вышеперечисленные ответы верны

15	Для каких сред в качестве фильтровальных перегородок применяют хлопчатобумажные ткани?	1. Для нейтральных сред 2. Слабощелочных сред при температуре не выше 80 °С 3. Для слабокислых сред при кислотности не более 5 % температуре не выше 40° С 4. все вышеперечисленные ответы верны
16	По какой из перечисленных формул можно найти фактор разделения?	1. $\Phi = \frac{\omega^2 r}{g}$ 2. $\Phi = \frac{\omega^2}{g}$ 3. $\Phi = \frac{\omega r}{g}$ 4. $\Phi = \frac{r}{g}$
17	Какая степень очистки газа скруббером Вентури тонкодисперсной пыли (%)?	1. 70 2. 75 3. 85 4. 99
18	По какой формуле можно найти сопротивление осадка?	1. $R_{oc} = ruq$ 2. $R_{oc} = ru$ 3. $R_{oc} = ruq + r$ 4. $R_{oc} = ruq / g$ и $R_{oc} = rqq$
19	От чего зависит производительность фильтра?	1. От режима фильтрования 2. Давления и температуры 3. От вида фильтрующей перегородки и физико-химических свойств суспензии и осадка 4. Все выше перечисленные ответы верны
20	Для чего применяются сверхцентрифуги?	1. для осветления лаков 2. для осветления масел и эмульсий 3. для разделения весьма тонких суспензий 4. все вышеперечисленные ответы верны

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства	Иногда находит решения,	Уверенно находит решения,	Безошибочно находит решения,

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
	предусмотренных программой обучения заданий	предусмотренные программой обучения задания	предусмотренные программой обучения задания
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Некрасов Р.Ю. Теплофизика и гидравлика в технологических системах нефтегазового оборудования / Р.Ю. Некрасов [и др.]. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. 172 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64507>

2. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для вузов. / В.М. Потехин, В.В. Потехин // Санкт-Петербург: Лань, 2014. 896 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53687>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Дубовиков О.А. Эффективные технологии переработки низкокачественных бокситов / О.А. Дубовиков, В.М. Сизяков // СПб, РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», 2012, 195 с.

2. Общая химическая технология. Химические реакторы: методические указания и контрольные задания // Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2016. 32 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72791>

3. Теляков Н.М. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Н.М. Теляков, С.Н. Салтыкова, О.А. Дубовиков // Санкт Петербургский горный институт (технический университет). СПб, 2009. 129 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)
4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)
5. PHP 7.1.7 (лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)
6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).
7. Python (свободное распространяемое ПО)