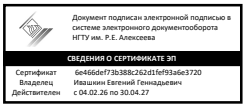
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Мацулевич Ж.В.

«20» марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.ОД.1 Процессы и аппараты

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность: Безопасность технологических процессов и производств

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ПБЭХ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 216/6
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет 3 курс, экзамен 4 курс

Разработчик: Козина О.Л., к.т.н.

Нижний Новгород
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 25 мая 2020 г. № 680 на основании учебного плана 2025 года приема, принятого УМС НГТУ, протокол от 28.01.2025 г. № 10.

Рабочая программа принята на заседании кафедры

«Технология электрохимических производств и химии органических веществ» (ТЭПиХОВ)

*Протокол заседания от **«03» марта 2025 г. №6***

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Ивашкин Е.Г. _____

Рабочая программа утверждена на заседании Учебно-методического совета института физико-химических технологий и материаловедения

*Протокол заседания от **«20» марта 2025 г. №6***

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____
Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ **3**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **4**

1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ **4**

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **4**

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **9**

4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ 9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ 10

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **24**

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **27**

6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА 27
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА 28
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 29

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **29**

7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 30
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ..... ……..30

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ **31**

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ **31**

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ **33**

10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 33
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 34
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 34
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ 34
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 35

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **35**

11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 35
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА 35
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 39

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с основными процессами и аппаратами химических производств, приобретение теоретических знаний и практических навыков в области процессов и аппаратов для проектирования, организации и управления производственными процессами химической технологии и их совершенствования.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- освоение теоретических основ химико-технологических процессов;
- получение навыков рационального выбора конструкций и расчетов машин и аппаратов для основных технологических процессов;
- освоение как будущих руководителей производства рациональной эксплуатации промышленного оборудования, достижение качества выпускаемой продукции при минимальных экономических затратах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Для изучения дисциплины, необходимо освоение содержание дисциплин: математика; физика; химия; информатика; физическая химия; поверхностные явления и дисперсные системы; начертательная геометрия и инженерная графика; теоретическая механика; сопротивление материалов; Знания и умения, приобретаемые студентами после освоения содержания дисциплины «Процессы и аппараты», будут использоваться во всех профилирующих дисциплинах.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения дисциплины, необходимо освоение содержание дисциплин: математика; физика; химия; информатика; физическая химия; поверхностные явления и дисперсные системы; начертательная геометрия и инженерная графика; теоретическая механика; сопротивление материалов; Знания и умения, приобретаемые студентами после освоения содержания дисциплины «Процессы и аппараты», будут использоваться во всех профилирующих дисциплинах.

ПК-2 способен управлять безопасностью труда с учетом профессионального риска.

ПК-6 способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины				
	1	2	3	4	5
ПК-2					
Процессы и аппараты					
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности					
Преддипломная практика					
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы					
ПК-6					
Процессы и аппараты					
Производственная санитария и гигиена труда					
Производственная безопасность					
Математическое моделирование					
Расчет и проектирование систем техносферной безопасности					
Обеспечение экологической безопасности отрасли					
Безопасность в ЧС					
Производственные процессы в химической отрасли					
Оборудование и основы проектирования химико-технологических процессов					
Ознакомительная практика					
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности					
Преддипломная практика					
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы					

3.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-2. Способен управлять безопасностью труда с учетом профессионального риска	ИПК-2.1. Разрабатывает процедуры снижения уровней профессионального риска с учетом условий труда	Знать: - принципы управления химико-технологическими процессами;	Уметь: - выбрать наиболее эффективный способ решения задачи;	Владеть: - методами оценки профессиональных рисков на предприятиях химической отрасли.	Контрольные работы	Экзаменационные задачи
	ИПК-2.2. Проектирует средства защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов	Знать: - средства защиты по обеспечению безопасности труда, улучшению условий и охраны труда на основе профессионального риска при моделировании процессов в химической отрасли;	Уметь: - оценивать эффективность применения средств защиты;	Владеть: - мероприятиями по улучшению условий труда в химической отрасли.	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПК-6. Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности	ИПК-6.1. Проектирует системы и средства обеспечения техносферной безопасности ИПК-6.2. Осуществляет системный подход по выбору эффективных средств обеспечения безопасности в техносфере ИПК-6.3. Обеспечивает внедрение в производство современных методов и средств техносферной безопасности	Знать: - теоретические основы технологии очистки, физикохимические основы процессов защиты окружающей среды, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы разрабатываемых и используемых технических систем по защите атмосферы, гидросферы, литосферы;	Уметь: - применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать	Владеть: - применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты

			технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса);	технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса): - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. 216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 курс	4 курс
Формат изучения дисциплины		заочная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**216**	**108**	**108**
1. Контактная работа:	**50**	**21**	**29**
1.1.Аудиторная работа,в том числе:	**40**	**16**	**24**
занятия лекционного типа (Л)	16	8	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	8	8	-
лабораторные работы (ЛР)	16	-	16
1.2.**Внеаудиторная, в том числе**	**10**	**5**	**5**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	10	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	**153**	**83**	**70**
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	8		8
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	145	83	62
Подготовка к экзамену, зачету (контроль)	**13**	**4**	**9**

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
4 курс								
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 1 Классификация основных процессов химических производств. Основы механохимии и механические процессы.**						Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.1. Материальный и энергетический балансы, законы переноса и принцип движущей силы, расчет аппаратов периодического и непрерывного действия.	0,5		0,5	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2] Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.8], [6.1.9].		
	Тема 1.2. Основы механохимии и механические процессы Дефекты структуры при механических воздействиях. Классификация дефектов структуры	0,5		-	7,0	Подготовка к лекциям [6.1.8], [6.1.9] Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.8], [6.1.9].		
	Тема 1.3. Реакции модификации при трибохимической деструкции, роль трибохимических факторов на кинетику электродного растворения металлов, в происхождении жизни на Земле и образовании месторождений	0,5		-	1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 2** Способы и теоретические основы измельчения. Механохимические процессы в различных областях науки и техники						Презентация	Конспект лекций
	Тема 2.1 Расчет работы на измельчение.	0,5		0,5	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.9]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 2.2 Методы механохимии в модификации полимеров роль трибохимических факторов на кинетику электродного растворения металлов, в происхождении жизни на Земле и образовании месторождений	0,5		-	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.9]		
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 3. Классификация оборудования для измельчения**							
	Тема 3.1. Измельчители раскалывающего и разламывающего действия.	0,25		0,5	4,0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]	Презентация	
	Тема 3.2. Измельчители рздавливающего дейсвия.	0,25		0,5	4,0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]		
	Тема 3.3. Измельчители истирающего раздавливающего действия.	0,25		0,5	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]		
	Тема 3.4. Измельчители ударного действия. Ударно-истирающие измельчители.	0,25		0,5	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]		
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 4. Разделение сыпучих материалов на фракции. Дозирование.**					Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 4.1. Разделение сыпучих материалов на фракции.	1,0		1,0	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]		
	Тема 4.2. Дозирование.	0,5		1,0	4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.8], [6.2.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого 1-4 разделу	**5,0**	**-**	**5,0**	**41,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6	**Раздел 5. Гидравлика**					[6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Тема 5.1. Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное	0,25	-	-	4,0	[6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на боковые поверхности сосуда. Закон Архимеда. Приборы для измерения давления и вакуума.							
	Тема 5.2 Гидродинамика. Основные характеристики жидкостей. Режимы движения жидкости. Уравнение сплошности (неразрывности) потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Уравнение Дарси – Вейсбаха. Потери напора по длине трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Трубопроводы. Истечение жидкостей из сосуда.	0,25	-	1,0	5,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Тема 5.3. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Уравнение Дарси – Вейсбаха. Потери напора по длине трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.	0,25	-	1,0	5,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Тема 5.4. Трубопроводы. Истечение жидкостей из сосуда.	0,25	-	-	4,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	**1,0**	**-**	**2,0**	**18,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2	**Раздел 6. Насосы**						Презентация	Конспект лекций
	Тема 6.1. Определение и классификация насосов, типовая	0,5	-		4,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	схема насосной установки. Основные характеристики насосной установки.							
	Тема 6.2 Конструкции насосов.	0,5	-	-	4,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	**1,0**	-	-	**8,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 7 Сжатие газов**						Презентация	Конспект лекций
	Тема 7.1 Классификация и устройство компрессоров.	0,5	-	-	4,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 7.2 Области применения компрессоров	0,5	-	-	4,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	**1,0**	-	-	**8,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 8 Гидромеханические процессы**						Презентация	Конспект лекций
	Тема 8.1 Разделение неоднородных систем. Материальный баланс процесса разделения		-	1,0	8,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 8 разделу		-	1,0	8,0			
	Зачет 4 курс				4,0			
	Итого по 4 семестру	**8,0**	-	**8,0**	**87,0**			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
5 курс								
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 8 Гидромеханические процессы**							
	Тема 8.2 Осаждение в гравитационном поле (отстаивание). Центробежное осаждение в неоднородных жидких системах. Разделение неоднородных газовых систем.	0,5	-	-	2,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 8.3 Фильтрование. Основное уравнение фильтрования. Конструкции фильтров.	0,5	-	-	1,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Тема 8.4 Перемешивание. Способы и интенсивность перемешивания. Конструкции механических мешалок. Затраты энергии на перемешивание Ньютоновских жидкостей.	1,0	-	-	2,0	[6.1.1], [6.1.2], [6.1.6], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 8 разделу	**2,0**	-	-	**5,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 9. Теплообменные процессы.**					6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.1.7], [6.2.1]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 9.1. Тепловой баланс и основное уравнение теплопередачи. Тепловое подобие. Теплоотдача без изменения и с изменением агрегатного состояния. Конструкции теплообменных аппаратов.	0,5	3,0	-	9,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.1.7], [6.2.1]		
	Тема 9.2 Конденсация.	0,5	3,0	-	9,0	Подготовка к лекциям 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.1.7] [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 9.3. Выпаривание. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата.	1,0	-	-	1,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.1.7], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	Итого по 9 разделу	**2,0**	**6,0**	**-**	**19,0**			
ПК-2 ИПК-2.1 ИПК-2.2 ПК-6 ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	**Раздел 10. Массообменные**						Презентация	Конспект лекций
	Тема 10.1. 1 Механизм и материальный баланс массопередачи.	0,5	-	-	1,0	Подготовка к лекциям 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 10.2. Основные законы массопередачи. Основное уравнение массопередачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.	0,5	-	-	2,0	Подготовка к лекциям 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Лабораторная работа по теме 10.2. Исследование процесса электродиализа. Исследование процесса диффузии через пористую диафрагму.	-	3,0	-	9,0	Подготовка к лабораорным работам 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.4].		
	Тема 10.3. Абсорбция.	0,5	-	-	2,0	Подготовка к лекциям 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 10.4. Адсорбция.	0,5			2,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 10.5. Перегонка и ректификация. Классификация бинарных смесей. Правило фаз и основные законы перегонки. Кривые равновесия. Простая перегонка. Ректификация.	0,5	3,0		9,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1] Подготовка к лабораторным работам 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.4].		
	Тема 10.6 Экстракция. Экстракция	0,5			3,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	из жидких и твердых систем.							
	Тема 10.7. Сушка. Виды связи влаги с материалом. Кинетика сушки. Материальный и тепловой баланс реального процесса сушки.	0,5			3,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Лабораторная работа по теме 10.7. Сушка. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.		4,0		9,0	Подготовка к лабораторным работам. 6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.4].		
	Тема 10.8. Кристаллизация. Кинетика процесса кристаллизации	0,5			3,0	6.1.1], [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]]		
	Тема 10.9 Мембранные процессы. Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией.	-			3,0	[6.1.1, [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа				**8,0**			
	(РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 10 разделу	**6,0**	**16,0**	**-**	**40,0**			
	Экзамен				**9,0**			
	ИТОГО за 5 курс	**8,0**	**16,0**	**-**	**79,0**			
	ИТОГО по дисциплине	**16,0**	**16,0**	**8,0**	**206,0**			

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета на 4 курсе и экзамена на 5 курсе. Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	**Зачет**	**Лабораторная работа**	**Экзамен**
40<R<=50	зачет	зачет	Отлично
30<R<=40			Хорошо
20<R<=30			Удовлетворительно
0<R<=20	незачет	незачет	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-2. Способен управлять безопасностью труда с учетом профессионального риска	ИПК-2.1. Разрабатывает процедуры снижения уровней профессионального риска с учетом условий труда	Не знает принципы управления химико-технологическими процессами; не умеет выбрать наиболее эффективный способ решения задачи; не владеет методами оценки профессиональных рисков на предприятиях химической отрасли.	Слабо знает принципы управления химико-технологическими процессами; Слабо умеет выбрать наиболее эффективный способ решения задачи; Слабо владеет методами оценки профессиональных рисков на предприятиях химической отрасли.	Хорошо знает принципы управления химико-технологическими процессами; Хорошо умеет выбрать наиболее эффективный способ решения задачи; Хорошо владеет методами оценки профессиональных рисков на предприятиях химической отрасли.	Уверенно знает принципы управления химико-технологическими процессами; Уверенно умеет выбрать наиболее эффективный способ решения задачи; Уверенно владеет методами оценки профессиональных рисков на предприятиях химической отрасли.
	ИПК-2.2. Проектирует средства защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов	Не знает средства защиты по обеспечению безопасности труда, улучшению условий и охраны труда на основе профессионального риска при моделировании процессов в химической отрасли; Не умеет оценивать эффективность применения средств защиты; Не владеет мероприятиями по улучшению условий труда в химической отрасли.	Слабо знает средства защиты по обеспечению безопасности труда, улучшению условий и охраны труда на основе профессионального риска при моделировании процессов в химической отрасли; Слабо умеет оценивать эффективность применения средств защиты; Слабо владеет мероприятиями по улучшению условий труда в химической отрасли.	Хорошо знает средства защиты по обеспечению безопасности труда, улучшению условий и охраны труда на основе профессионального риска при моделировании процессов в химической отрасли; Хорошо умеет оценивать эффективность применения средств защиты; Хорошо владеет мероприятиями по улучшению условий труда в химической отрасли.	Уверенно знает средства защиты по обеспечению безопасности труда, улучшению условий и охраны труда на основе профессионального риска при моделировании процессов в химической отрасли; Уверенно умеет оценивать эффективность применения средств защиты; Уверенно владеет мероприятиями по улучшению условий труда в химической отрасли.
ПК-6. Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной	ИПК-6.1. Проектирует системы и средства обеспечения техносферной безопасности ИПК-6.2. Осуществляет системный подход по	Не знает теоретические основы технологии очистки, физико-химические основы процессов защиты окружающей среды, принципы работы, технические характеристики, конструктивные	Слабо знает теоретические основы технологии очистки, физико-химические основы процессов защиты окружающей среды,	Хорошо знает теоретические основы технологии очистки, физико-химические основы процессов защиты окружающей среды,	Уверенно знает теоретические основы технологии очистки, физико-химические основы процессов защиты окружающей среды,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
безопасности	выбору эффективных средств обеспечения безопасности в техносфере ИПК-6.3. Обеспечивает внедрение в производство современных методов и средств техносферной безопасности	особенности и режимы работы разрабатываемых и используемых технических систем по защите атмосферы, гидросферы, литосферы; не умеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса); Не владеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса): - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы разрабатываемых и используемых технических систем по защите атмосферы, гидросферы, литосферы; Слабо умеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса); Слабо владеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный	принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы разрабатываемых и используемых технических систем по защите атмосферы, гидросферы, литосферы; Хорошо умеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса); Хорошо владеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных	принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы разрабатываемых и используемых технических систем по защите атмосферы, гидросферы, литосферы; Уверенно умеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса); Уверенно владеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании процессов, на основе теоретических знаний выбирать

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
			вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса): - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса): - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	высокоэффективный вариант очистных систем отходящих газов, стоков и переработки твердых отходов промышленных предприятий, разрабатывать технологическую схему (аппаратурное оформление и оптимальный технологический режим процесса): методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издатель-ство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Тимонин А.С., Божко Г.В., Борщев В.Я., Гусев Ю.И., Даниленко Н.В.	Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки	Калуга : ООО "Ноосфера", 2017. - 947 с.	Учебник	1
6.1.2.	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	М. : Альянс, 2008. - 752 с.	Учебник	50
6.1.3.	Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии	М. : Альянс, 2013. - 576 с.	Учебное .пособие	15
6.1.4.	Рузанов С.Р.,	Процессы и аппараты хим	Н.Новгород : [Изд-	Учебное	1

	Смирнов С.И., Сажина Е.Н.	ической технологии. Тепловые и массообменные процессы	во НГТУ], 2020. - 275 с.	.пособие	
6.1.5	Гужель Ю.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.3 Массообменные процессы и аппараты.	Благовещенск: Амурский гос. университет, 2020 – 145 с.	Учебное .пособие	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.1.6	Гужель Ю.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 1. Гидромеханические процессы и аппараты.	Саратов: Профобразование, 2021. – 95 с.	Учебное .пособие	Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. – URL: http://profspo.ru/books/105152. Режим доступа: для авториз. пользователей.
6.1.7	Гужель Ю.А.	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.2. Тепловые процессы	Благовещенск: Амурский гос. университет, 2020 – 65 с.	Учебное .пособие	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.1.8	Сиденко П.М.	Измельчение в химической промышленности. Изд. 2-е, перераб.	М.: Химия. 1977. 368с.	Книга	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.1.9	Хайнике Г.	Трибохимия	М: Мир, 1987 – 584 с.	Книга	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.1.10	Ю.Л. Гунько О.Л. Козина Е.Г. Ивашкин Е.Н. Васин	Лабораторный практикум по процессам и механическим аппаратам химических производств. Гидравлика	Нижний Новгород, 2023	Учебное пособие	50

6.2. Справочно-библиографическая литература.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в биб-лиотеке
6.2.1.	Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии	М. : Альянс, 2013. - 576 с.	Учебное .пособие	15
6.2.2.	Борщев В.Я.	Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы	Тамбов: издательство Тамбовского Государственного технического университета, 2004. 75 с.	Учебное .пособие	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.2.3.	Гужель Ю.А.	Процессы и аппараты химической технологии.	Благовещенск: Амурский гос. университет, 2019. – 72 с.	Методические указания по курсовому проектированию для студентов направления подгоовки 18.03.01	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)
6.2.4.	Абдулкашапова Ф.А., Бикбулатов А.Ш., Бочкарев В.Г. и др.	Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии	Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2005. 236с.	Учебное .пособие	Электронный вариант (каф. ТЭП и ХОВ)

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Процессы и аппараты» находятся на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp

2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: **http://elib.tolgas.ru**./ - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: **http://znanium.com/**. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: **http://polpred.com/**. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: **http://www.viniti.ru**. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: **http://uisrussia.msu.ru/**. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost //home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:
- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 1160 – 15 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

При проведении лекций и лабораторных практикумов на кафедре используется материально-техническое оснащение аудиторий и лабораторий кафедры, применяемое в реализации учебного процесса, приведенное в образовательной программе профиля «Безопасность технологических процессов и производств»: лабораторные приборы (комплект лабораторного оборудования для контроля качества материалов, приборы для контроля качества получаемых покрытий); компьютерная и офисная техника (ПК, принтер, копировальная техника).

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного лабораорноо и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/КМР от 15.10.18) 2 Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024). Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. Р7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)
2	1118 Лабораторный зал Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2.Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 24 чел. 1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5; 2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5; 3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.	1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777); 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (безсрочная)); (1 шт.) 4. ПО для потенциостата PS-Pack 5. ПО для импеденсметра Zpack
3	1160 Компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4 Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще институт. подписка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Процессы и аппараты», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭП и ХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;

- качество оформления отчета по лабораторной работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

1. Ю.Л. Гунько, О.Л. Козина, Е.Г. Ивашкин, Е.Н. Васин «Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химических производств. Гидравлика», учебное пособие, НГТУ им Р.Е.Алексеева, Н.Новгород, 2023, 85с.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭП и ХОВ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний,** включающая

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- расчетно-графическая работа
- зачет на 4 курсе
- экзамен на 5 курсе.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

Образцы вопросов для проведения коллоквиума:

Лабораторная работа №1

1. От чего зависит гидравлический коэффициент трения?
2. От чего зависят потери напора в трубе?
3. Как изменяется гидравлический коэффициент трения в зависимости от материала трубы?
4. Что такое область гидравлически гладких труб?
5. Что такое относительная шероховатость?
6. Что такое число Re и как оно влияет на потери напора?
7. Как влияет шероховатость стенок труб на коэффициент гидравлического сопротивления?
8. Что такое квадратичная и доквадратичная область?

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

11.2.1. Вопросы к зачету, проводимому на 4 курсе

1. Что такое процесс измельчения и основная характеристика этого процесса?
2. Что показывает степень измельчения и определение количества стадий измельчения?
3. Принцип действия щековых дробилок.
4. Устройство и принцип действия конусных дробилок.
5. Валковые дробилки.
6. Молотковые дробилки.
7. Дезинтеграторы и дисмембраторы.
8. Барабанные мельницы.
9. Вибрационные мельницы.
10. Струйные мельницы.
11. Способы проведения процесса измельчения.
12. Дефекты кристаллической структуры.
13. Способы классификация частиц измельченного материала.
14. Устройство и принцип действия циклонов.
15. Краевые, винтовые, малоугловые, большеугловые дислокации.
16. Свойства идеальных и реальных жидкостей.
17. Дифференциальные уравнения Эйлера.
18. Приборы для измерения давления.
19. Система дифференциальных уравнений движения Эйлера.
20. Уравнения Бернулли в интегральной и дифференциальной форме для идеальной жидкости.
21. Уравнения Бернулли для реальной жидкости.
22. Режимы течения жидкости. Критерий Рейнольдса.
23. Уравнение Дарси-Вейсбаха и коэффициент гидравлического сопротивления.
24. Коэффициенты местного сопротивления.
25. Влияние шероховатости на коэффициент гидравлического сопротивления.
26. Типы насосов и их конструктивное устройство.
27. Классификация массообменных процессов.
28. Материальный баланс процессов разделения.
29. Закономерности осаждения в гравитационном поле.
30. Принципы расчета отстойников.
31. Отстойные и фильтрующие центрифуги.
32. Основные закономерности осаждения в центробежном поле.

33. Фильтрование. Виды фильтрования.
34. Основное уравнение фильтрования при постоянной разности давлений. .
35. Конструкции механических мешалок.

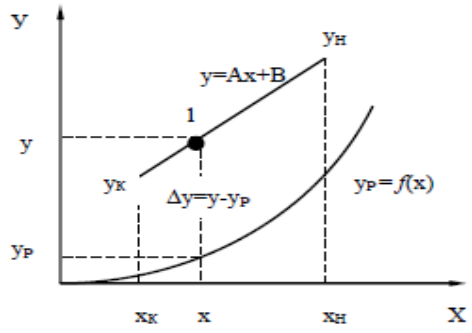
11.2.2. Вопросы к экзамену, проводимому на 5 курсе

1. К массообменным процессам с непосредственным соприкосновением фаз относятся:
а. дистилляция и ректификация;
б. абсорбция и десорбция;
в. мембранные процессы

2. Процессы сушки относятся к процессам:
а. с изменяющимися границами раздела фаз;
б. с фиксированной границей раздела фаз

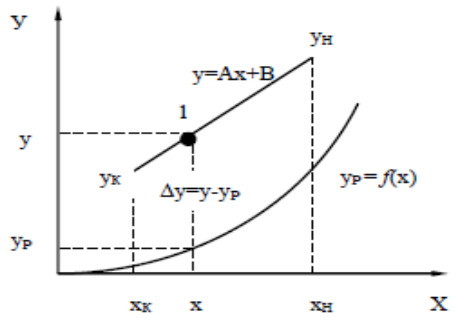
3. Мембранные процессы относятся к процессам:
а. с фиксированной границей раздела фаз;
б. без непосредственного соприкосновения фаз;
в. с непосредственным соприкосновением фаз

4. Если рабочая линия расположена выше линии равновесия (см. рис.), то:



а. $y > y_p$;
б. $x < x_p$;
в. $x = x_p$;
г. $y > x_p$ Место для уравнения.

5. Если линия равновесия расположена ниже рабочей линии (см. рис.), то:



а. распределяемый компонент у переходит из фазы L в фазу G;
б. распределяемый компонент у переходит из фазы G в фазу L;
в. система находится в равновесии.

6. В первом законе Фика $\frac{dM}{dS\,d\tau} = -D\frac{dC}{dn}$ коэффициент D это:
а. коэффициент конвективной диффузии;
б. коэффициент молекулярной диффузии.

7. Коэффициенты массотдачи β_x и β_y в фазах L и G показывают:
а. какая масса вещества диффундирует в единицу времени через единицу площади поверхности при градиенте концентрации равном единице;

б. какая масса вещества переходит от поверхности раздела фаз в ядро фазы (или в обратном направлении) через единицу площади поверхности в единицу времени при движущей силе массоотдачи равной единице;
в. какая масса вещества переходит из ядра потока G в ядро потока L через единицу площади поверхности в единицу времени при градиенте концентрации, равном единице.

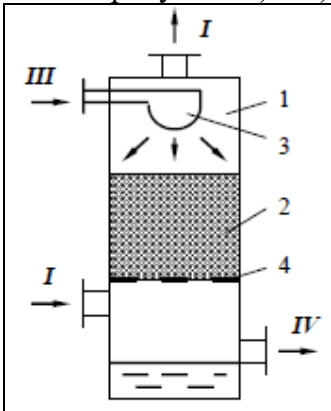
8. Диффузионный критерий Нуссельта $Nu_д = \frac{\beta\, l}{D}$ характеризует:
а. соотношение интенсивности переноса вещества конвекцией и молекулярной диффузией у границе фазы;
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во времени и используется для характеристики нестационарных процессов.

9. Диффузионный критерий Фурье $Fo_д = \frac{D\,\tau}{l^2}$ характеризует:
а. соотношение интенсивности переноса вещества и молекулярной диффузией у границы фазы;
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во времени и используется для характеристики нестационарных процессов.

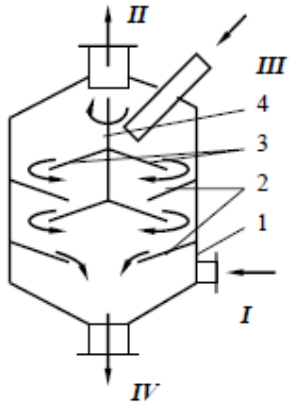
10. Абсорбцией называется процесс:
а. поглощение одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом;
б. избирательного извлечения одного или нескольких компонентов из газовой смеси жидким поглотителем;
в. выделение газов из твердого поглотителя.

11. Адсорбцией называется процесс:
а. поглощение одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом;
б. избирательного извлечения одного или нескольких компонентов из газовой смеси жидким поглотителем;
в. выделение газов из твердого поглотителя.

12. По закону Генри растворимость газа пропорциональна:
а. общему давлению газовой смеси;
б. парциальному давлению газа;
в. температуре.
13. На рисунках а) и б) показаны:



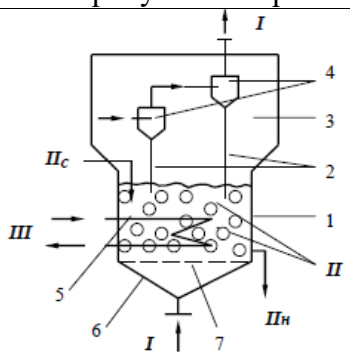
а)



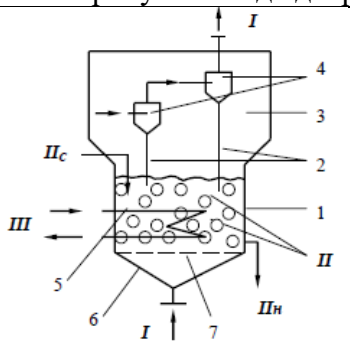
б)

а. а) - пленочный абсорбер, б) – насадочный абсорбер;
б. а) – насадочный абсорбер, б) – пленочный абсорбер.

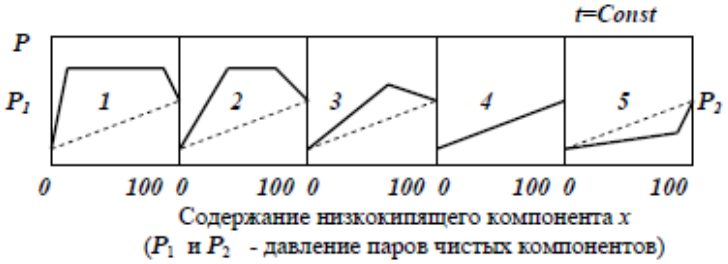
14. На рисунке изображен:

	а. абсорбер; б. циклон; в. адсорбер с псевдоожиженным слоем.

15. На рисунке ввод адсорбента обозначен:

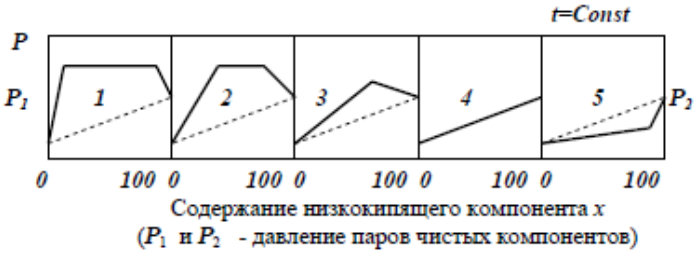
	а. I б. II_c в. III г. $II_н$

16. На рисунке линия 3 соответствует:



а. случаю практически полной нерастворимости компонента;
б. смеси компонентов, частично растворимых один в другом;
в. смеси компонентов, полностью растворимых друг в друге;
г. идеальным смесям;
д. случаю полной растворимости компонентов с образованием особой точки, соответствующей минимуму давления.

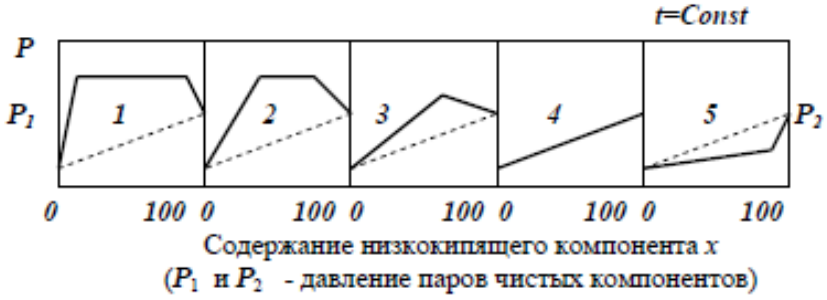
17. На рисунке линия 1 соответствует:



а. случаю практически полной нерастворимости компонента;
б. смеси компонентов, частично растворимых один в другом;
в. смеси компонентов, полностью растворимых друг в друге;
г. идеальным смесям;

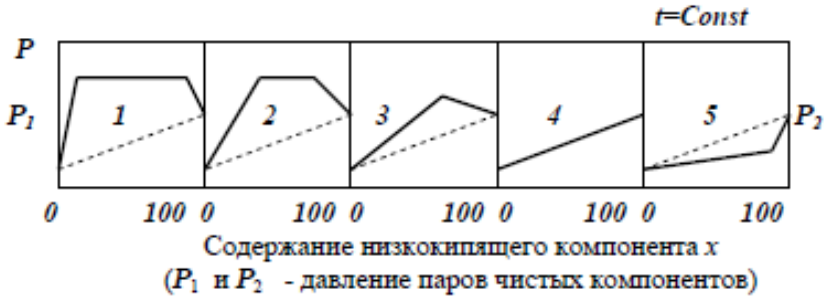
д. случаю полной растворимости компонентов с образованием особой точки, соответствующей минимуму давления.

18. На рисунке линия 2 соответствует:



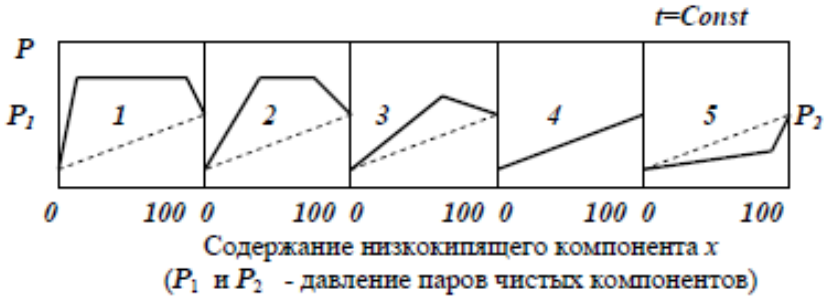
а. случаю практически полной нерастворимости компонента;
б. смеси компонентов, частично растворимых один в другом;
в. смеси компонентов, полностью растворимых друг в друге;
г. идеальным смесям;
д. случаю полной растворимости компонентов с образованием особой точки, соответствующей минимуму давления.

19. На рисунке линия 4 соответствует:



а. случаю практически полной нерастворимости компонента;
б. смеси компонентов, частично растворимых один в другом;
в. смеси компонентов, полностью растворимых друг в друге;
г. идеальным смесям;
д. случаю полной растворимости компонентов с образованием особой точки, соответствующей минимуму давления.

20. На рисунке линия 5 соответствует:



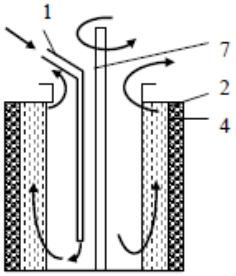
а. случаю практически полной нерастворимости компонента;
б. смеси компонентов, частично растворимых один в другом;
в. смеси компонентов, полностью растворимых друг в друге;
г. идеальным смесям;
д. случаю полной растворимости компонентов с образованием особой точки, соответствующей минимуму давления.

21. Правило фаз записывается;
а. φ = К + Ф – 2
б. φ = К - Ф – 2
в. φ = К - Ф + 2

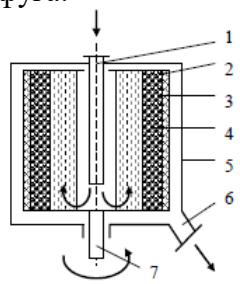
22. В правиле фаз φ = К - Ф + 2 вариативность означает:
а. число компонентов;
б. число фаз;
в. число степеней свободы.

23. Ректификацией называется процесс переноса компонента между кипящей жидкой и насыщенной конденсирующейся паровой фазами при:
а. прямотоке;
б. противотоке;
в. дистилляции;
г; конденсации.

24. Указать рисунок, на котором изображена отстойная центрифуга:



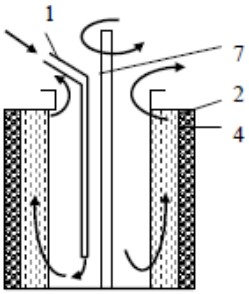
1



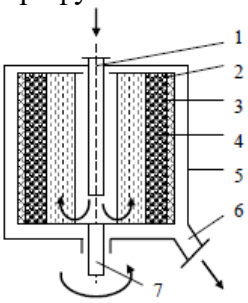
2

а. 1;
б. 2.

25. Указать рисунок, на котором изображена фильтрующая центрифуга:



1

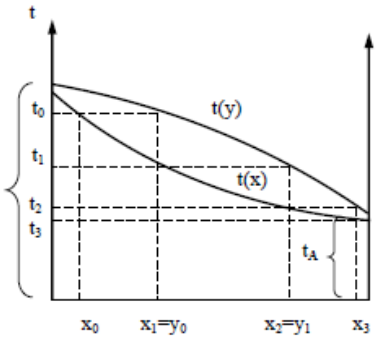


2

а. 2;
б. 1.
26. В уравнении $a = \lambda/c \cdot \rho$ а – это:
а. коэффициент теплопроводности;
б. коэффициент температуропроводности.

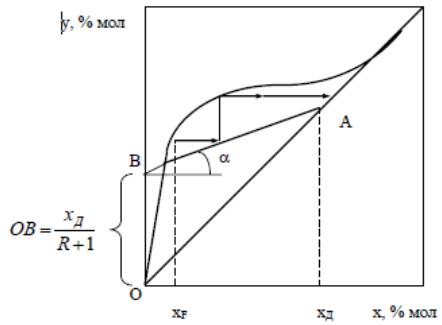
27. В уравнении $a = \lambda/c \cdot \rho$ λ – это:
а. коэффициент теплопроводности;
б. коэффициент температуропроводности.

29. На рисунке содержание низкокипящего компонента в жидкости и паре обозначено соответственно:



а. x – в жидкой фазе, y – в паровой фазе;
б. y – в жидкой фазе, x – в паровой фазе;
в. y – в кубовом остатке, x – во флегме.

28. На рисунке



линия равновесия это:

а. диагональ О –А;
б. изогнутая линия;
в. отрезок А – В.

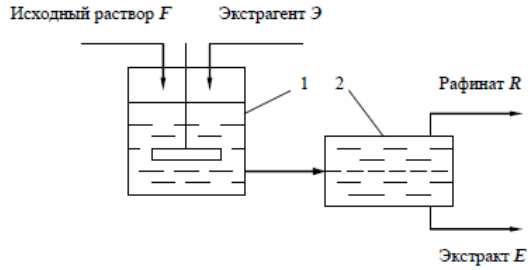
29. R – флегмовое число – это:

а. – отношение количества отводимого из колонны дистиллята к количеству флегмы, возвращаемой в колонну;
б. отношение количества флегмы, возвращаемой в колонну, к количеству отводимого дистиллята.

30. Экстракция – это процесс извлечения одного или нескольких компонентов с помощью растворителя:

а. из растворов;
б. из твердых тел;
в. из растворов или твердых тел.

31. Указать, где на схематичном изображении процесса экстракции показан раствор с максимальным количеством растворенного вещества Х:



а. в экстрагенте Э;
б. в рафинате R;
в. в экстракте Е;
г. в исходном растворе F.

32. Уравнение для процесса экстракции $m = X_E^*/X_R^*$ - это:

а. массовое соотношение фаз;
б. экстракционный фактор;
в. коэффициент распределения.

33. По способу подвода тепла конвективная сушка происходит:

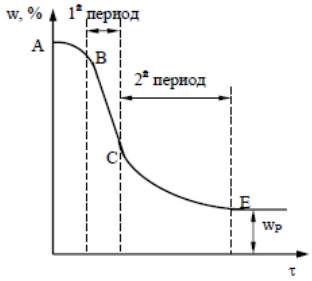
а. путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку;
б. путем передачи тепла инфракрасным лучами;
в. путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом;
г. путем сушки в замороженном состоянии при глубоком вакууме.

34. Какая связь влаги с материалом является наиболее прочной?
а. физико-химическая;
б. химическая;
в. механическая.

35. В процессе сушки, как правило, удаляется только влага, связанная с материалом:

а. механически;
б. физико-химически и механически;
в. физико-химически.

36. На рисунке



в 1- й период сушки удаляется:

а. свободная влага;
б. связанная влага;

37. $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} = \frac{q_c}{q_\lambda}$ Физический смысл критерия Нуссельта

а. Показывает меру отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках потока.
б. Связь между скоростью изменения тепловых условий окружающей среды со скоростью перестройки поля температуры (для нестационарных условий).
в. Показывает соотношение между количеством тепла, переносимым путем конвекции и теплопроводности при конвективном теплообмене.
г. Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости.
д. Характеризует поле теплофизических величин потока жидкости, учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу.

38. а) $\frac{w \cdot l}{\alpha}$ б) $\frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu}{\alpha \cdot \rho}$ в) $\frac{\alpha \cdot l}{\lambda} = \frac{q_c}{q_\lambda}$ г) $\frac{\alpha \cdot \tau}{l^2}$ д) $\frac{g \cdot l^2 \cdot \beta \cdot \Delta t}{\nu^2}$

Критерий Прандтля – это:
а.
б.
в.
г.
д.

39. $Fo = \frac{\alpha \cdot \tau}{l^2}$

Физический смысл критерия Фурье:
а. Показывает меру отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках потока.
б. Связь между скоростью изменения тепловых условий окружающей среды со скоростью перестройки поля температуры, размера канала и физическими свойствами среды в для нестационарных условиях.
в. Показывает соотношение между количеством тепла, переносимым путем конвекции и теплопроводности при конвективном теплообмене.
г. Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости.
д. Характеризует поле теплофизических величин потока жидкости, учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу.

40. $Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu}{\alpha \cdot \rho}$

Физический смысл критерия Прандтля:
а. Показывает меру отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках потока.
б. Связь между скоростью изменения тепловых условий окружающей среды со скоростью перестройки поля температуры (для нестационарных условий).
в. Показывает соотношение между количеством тепла, переносимым путем конвекции и теплопроводности при конвективном теплообмене.
г. Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости.
д. Характеризует поле теплофизических величин потока жидкости, учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу.

41. $Pe = \frac{w \cdot l}{\alpha}$

Физический смысл критерия Пекле:
а. Показывает меру отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках потока.

б. Связь между скоростью изменения тепловых условий окружающей среды со скоростью перестройки поля температуры (для нестационарных условий).
в. Показывает соотношение между количеством тепла, переносимым путем конвекции и теплопроводности при конвективном теплообмене.
г. Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости.
д. Характеризует поле теплофизических величин потока жидкости, учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу.

42. $Gr = \dfrac{g \cdot l^2 \cdot \beta \cdot \Delta t}{\nu^2}$

Физический смысл критерия Грасгофа:
а. Показывает меру отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках потока.
б. Связь между скоростью изменения тепловых условий окружающей среды со скоростью перестройки поля температуры (для нестационарных условий).
в. Показывает соотношение между количеством тепла, переносимым путем конвекции и теплопроводности при конвективном теплообмене.
г. Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости.
д. Характеризует поле теплофизических величин потока жидкости, учитывает влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу.

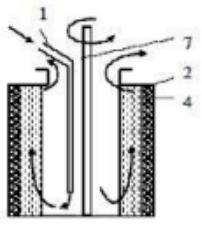
43. Какая сила заставляет частицу твердого вещества двигаться равномерно в вязкой среде ?
а. сила тяжести
б. подъемная сила
в. сопротивление среды

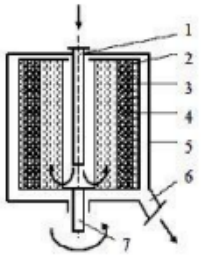
44. Критериальное уравнение для соотошения между критерием Рейнольдса и Архимеда Re = 3.03*Ar описывает осаждение твердых частиц для :
а. турбулентного режима осаждения
б. ламинарного режима осаждения

45. Критериальное уравнение Re = 1/18 * Ar описывает осаждение твердых частиц для:
а. турбулентного режима осаждения
б. ламинарного режима осаждения

46. $Ar = \dfrac{gd^3(\rho_ч - \rho_{ср})}{\nu^2 \rho_c}$

Критерий Архимеда характеризует: Критерий Архимеда характеризует:
а. отношение разности сил тяжести к подъемной силе
б. отношение силы тяжести к сопротивлению среды
в. отношение подъемной силы к сопротивлению среды

47. 1. 

2. 

Какая из центрифуг отстойная ?

1.
2.

$$w = \frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\left(R_{ос.} + R_{ф.п.}\right) \cdot \mu}$$

48.
За счет чего меняется скорость фильтрования в основном уравнении фильтрования при постоянной разности давлений?
а. за счет изменения вязкости суспензии
б. за счет изменения сопротивления осадка
в. за счет изменения сопротивления фильтрующей перегородки

49. В уравнении $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{ср}$, коэффициент К это:
а. коэффициент теплоотдачи
б. коэффициент теплопередачи
в. коэффициент теплопроводности
г. коэффициент температуропроводности

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$$

50.
В уравнении - а – это:
а. коэффициент температуропроводности
б. коэффициент теплоотдачи
в. коэффициент теплопроводности

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{du}\, dF\, d\tau$$

51.
В уравнении λ – это:
а. коэффициент теплопередачи
б. коэффициент теплопроводности
в. коэффициент коэффициент температуропроводности

$$Gr = \frac{g \cdot l^2 \cdot \beta \cdot \Delta t}{\nu^2}$$

52.
Критерий Грасгофа вводится при теплообмене в условиях:
а. естественной конвекции
б. вынужденной конвекции

1. $$\frac{dM}{ds\, d\tau} = -D \frac{dC}{dx}$$

2. $$M = \beta(y - y_г) \cdot S$$

53.
Закон молекулярной диффузии (первый закон Фика) записывается:
1.
2.

$$Fo_д = \frac{D \cdot \tau}{l^2}$$

54.
Диффузионный критерий Фурье характеризует
а. соотношение интенсивности переноса вещества конвекцией и молекулярной диффузией у границы фазы
б. изменение скорости потока диффузионной массы во времени

55. Наиболее прочным видом связи влаги с материалом является:
а. физико-химическая (адсорбционная, осмотическая, структурная)
б. механическая
в. химическая

56. Процессы сушки относятся к процессам:
а с изменяющимися границами раздела фаз;
б. с фиксированной границей раздела фаз;

57. $\frac{dM}{dS\,d\tau} = -D\frac{dC}{dn}$
В первом законе Фика коэффициент D - это:
а. коэффициент конвективной диффузии;
б. коэффициент молекулярной диффузии;

58. $Nu_д = \frac{\beta l}{D}$
Диффузионный критерий Нуссельта характеризует:
а. соотношение интенсивности переноса вещества конвекцией и молекулярной диффузией у границы фазы;
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во време ни и используется для характеристики нестационарных процессов;

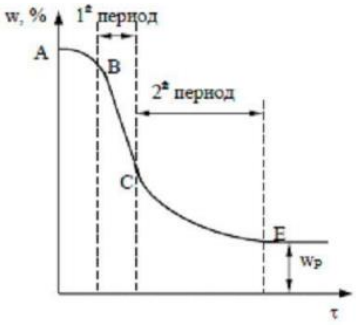
59. $Fo_д = \frac{D\tau}{l^2}$
Диффузионный критерий Фурье характеризует:

а. соотношение интенсивности переноса вещества и молекулярной диффузией у границы фазы;
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во времени и используется для характеристики нестационарных процессов;

60. По способу подвода тепла конвективная сушка происходит:
а. путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку;
б. путем передачи тепла инфракрасным лучами;
в. путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом;
г. путем сушки в замороженном состоянии при глубоком вакууме. путем сушки в замороженном состоянии при глубоком вакууме.

61. В процессе сушки, как правило, удаляется только влага, связанная с материалом:
а. механически;
б. физико-химически и механически;
в. физико-химически.
г. химически

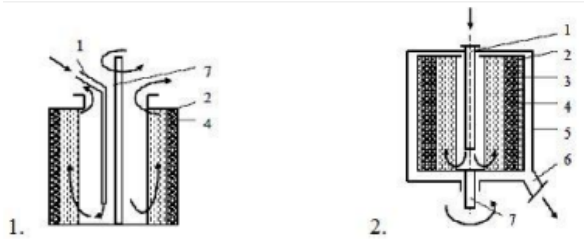
62. Какая связь влаги с материалом является наиболее прочной?
а. физико-химическая;
б. химическая;
в. механическая.

63. 

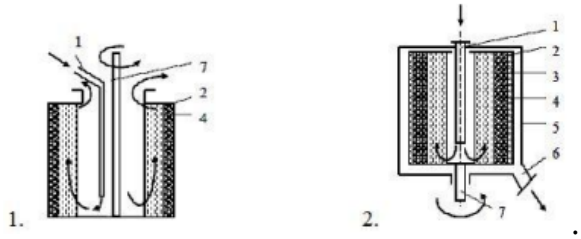
На рисунке в 1- й период сушки удаляется:
а. свободная влага;
б. связанная влага;

64. $Nu_д = \frac{\beta l}{D}$
Диффузионный критерий Нуссельта характеризует:
а. соотношение интенсивности переноса вещества конвекцией и молекулярной диффузией у границе фазы
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во времени и используется для характеристики нестационарных процессов

65. $Fo_д = \frac{D\tau}{l^2}$
Диффузионный критерий Фурье характеризует:
а. соотношение интенсивности переноса вещества и молекулярной диффузией у границы фазы;
б. изменение скорости потока диффундирующей массы вещества во времени и используется для характеристики нестационарных процессов.

66. 

Указать рисунок, на котором изображена отстойная центрифуга:
1.
2

67. 

.
Указать рисунок, на котором изображена фильтрующая центрифуга:
1.
2.

68. В уравнении a = λ / c ρ - a - это:

а. коэффициент теплопроводности;
б. коэффициент температуропроводности.

69. В уравнении а = λ / с ρ - λ - это:
а. коэффициент теплопроводности;
б. коэффициент температуропроводности.

70.

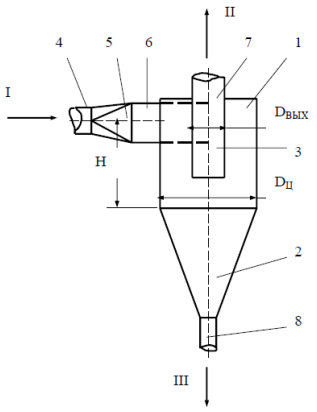


Схема циклона:

1 – цилиндр, 2 – конус, 3 – центральная труба, 4 – цилиндрическая входная труба, 5 – переходное устройство, 6 – входной патрубок прямоугольного сечения, 7 – патрубок вывода очищенного газа, 8 – патрубок вывода твёрдого материала; I – запылённый газ, II – очищенный газ, III – твёрдый материал.

За счет чего осуществляется закручивание потока запыленного газа в циклоне:
а. центральной трубы 3;
б. конуса 2;
в. входного патрубка прямоугольного сечения 6
г. патрубка 7

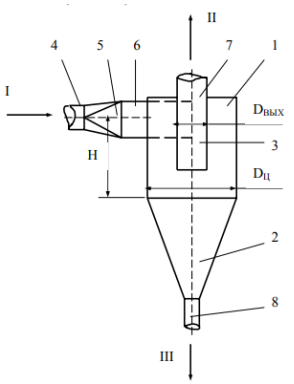
71. Уравнение $w = \frac{1}{18} \cdot \frac{g \cdot d^2}{\nu} \cdot \frac{(\rho_т - \rho_ж)}{\rho_ж}$ показывает скорость движения частицы под действием:

а.силы тяжести
б. центробежной силы
в. силы Архимеда

72. Уравнение $w = \frac{1}{18} \cdot \frac{g \cdot d^2}{\nu} \cdot \frac{(\rho_т - \rho_ж)}{\rho_ж} \cdot \frac{\omega^2 r}{g}$ показывает скорость движения частицы под дейстRвием:

а. силы тяжести
б. центробежной силы
в. силы Архимеда

73. С какой целью поток запыленного газа I на представленном рисунке вводится в аппарат тангенциально?

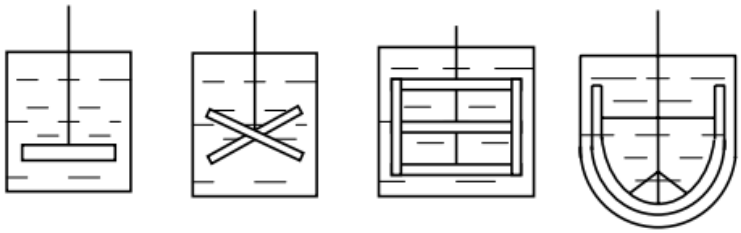


а. для уменьшения сопротивления прохождения газа
б. для закручивания потока газа
в. для осаждения твердых частиц на патрубке 7

74. От каких параметров в уравнении в уравнении $w = \frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{(R_{ос.} + R_{ф.п.}) \cdot \mu}$ зависит скорость фильтрования при постоянной разности давлений при образовании поверхностного осадка?

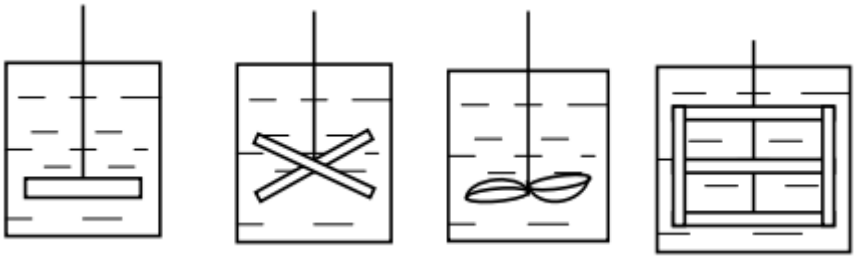
а. $R_{ос}$
б. $R_{ф.п.}$
в. $R_{ос}$ и $R_{ф.п.}$

75. Какая мешалка применяется для перемешивания высоковязких жидких сред?



1.
2.
3.
4.

76. Какая из мешалок создает осевую составляющую скорости движения жидкости?



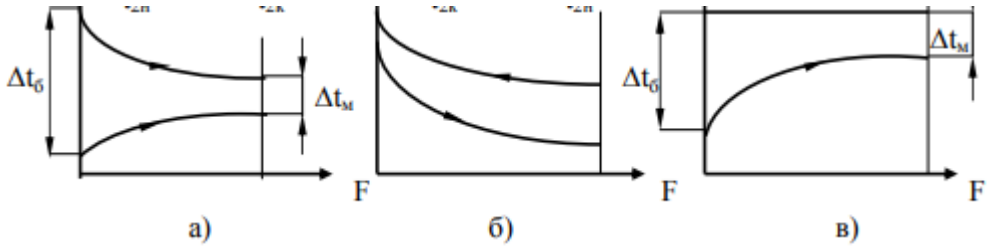
а б в г

а.
б.
в.
г.

77. В уравнении $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{ср}$ коэффициент К является коэффициентом

а. передачи тепла через разделительную стенку
б. передачи тепла от стенки в ядро потока теплоносителя
в. теплопередачи, определяющий среднюю скорость передачи тепла вдоль всей поверхности теплообмена.

78. Какая из зависимостей изменения температуры при различных схемах движения теплоносителей наблюдается при прямотоке?



а.
б.
в.

79. $R = \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$

Термическое сопротивление R показывает затрудненность переноса тепла:
а. от горячего теплоносителя к стенке;
б. через разделяющую стенку;
в. от горячего теплоносителя к холодному;
г. от разделяющей стенки к холодному теплоносителю.

80. **Коэффициенты массоотдачи** β_x и β_y показывают:

а. массу вещества, переходящего от поверхности раздела фаз в ядро фазы (или в обратном направлении) через единицу площади поверхности в единицу времени при движущей силе массоотдачи, равной единице;

б. массу вещества, переходящего из одной фазы в другую через единицу площади поверхности в единицу времени при движущей силе массоотдачи, равной единице.

81. **Диффузионный критерий Нуссельта** $Nu_Д = \frac{\beta l}{D}$ характеризует:

а. нестационарность переноса вещества путем конвекции и молекулярной диффузии;
б. характеризующий соотношение интенсивности переноса вещества конвекцией и молекулярной диффузией у границы фазы:

82. **Абсорбцией** называют процесс избирательного извлечения одного или нескольких компонентов из газовой смеси;

а. твердым поглотителем;
б. жидким поглотителем.

83. Поглощаемый при абсорбции газ называется:
а. обсорбент;
б. абсорбтив.

84. **Адсорбция** - процесс поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора

а. твердым веществом;
б. жидким поглотителем.

85. Указать теории роста кристаллов:

а. теория поверхностного натяжения Гиббса;
б. диффузионная теория роста;
в. адсорбционная теория;
г. пленочная теория.

11.3. Типовые вопросы для текущего контроля

11.3.1 Образцы вопросов для практических занятий

1. Классификация дефектов структуры твердого тела.
2. Различные механизмы возникновения напряжений при механическом воздействии при на частицы твердого тела.
3. Реакции модификации при трибохимической деструкции.
4. Способы измельчения.
5. Теоретические основы измельчения.
6. Измельчители раскалывающего и разламывающего действия.
7. Щековые дробилки.
8. Конусные дробилки.
9. Зубовалковые дробилки.
10. Измельчители раздавливающего действия.
11. Гладковалковые мельницы.
12. Ролико-кольцевые мельницы.
13. Измельчители истирающе-раздавливающего действия.
13. Жерновые измельчители, бегуны, катково-тарельчатые и шаро-кольцевые, бисерные мельницы.
14. Измельчители ударного действия.
15. Ударно-истирающие мельницы.
16. Разделение сыпучих материалов на фракции.
17. Грохоты.
18. Разделение под действием гравитационно-инерционных сил.
19. Разделение под действием гравитационно-центробежных сил.
20. Общие принципы анализа процессов и аппаратов химических технологий.
21. Законы переноса и принцип движущей силы.
22. Основы теории подобия процессов и аппаратов.
23. Основные свойства жидкостей.
24. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
25. Основное уравнение гидростатики.
26. Приборы для измерения давления и вакуума.

27. Уравнение сплошности (неразрывности) потока.
28. Дифференциальные уравнения движения Эйлера.
29. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
30. Режимы движения жидкости.
31. Виды гидравлических сопротивлений
32. Трубопроводы.
33. Истечение жидкости.
34. Насосы и компрессоры.
35. Разделение неоднородных систем.
36. Осаждение в гравитационном поле.
37. Отстойные и фильтрующие центрифуги.
38. Разделение неоднородных газовых систем.
39. Фильтрование.
40. Перемешивание и способы перемешивания.

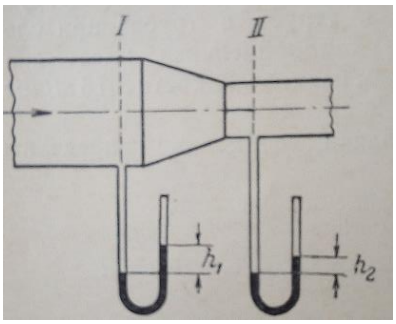
11.3.2 Образцы задач для практических занятий

1. В открытом резервуаре находится жидкость с относительным весом 1,23. Манометр, присоединенный к некоторой точке к стенке резервуара, показывает давление 0,31 *ати*. На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?

2. Определить режим течения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника типа “труба в трубе” при следующих условиях: внутренняя труба теплообменника имеет диаметр 25 х 2 мм, наружная – 51 х 2,5 мм. Расход жидкости – 7,34 т/час, удельный вес 1150 кГ/м^3 , вязкость 1,2 *сп*.

3. Найти критическую скорость в прямой трубе диаметром 51 х 2,5 мм для:
   а) воздуха при 20^{0}С и р = 1 ата,
   б) нефтяного масла, имеющего вязкость 35 *сп* и относительный вес 0,963.

4.



На трубопроводе диаметром 100 мм имеется плавный переход (рис.). По трубопроводу подается 1700 *нм^3/час* метана при 30^{0}С. Открытый в атмосферу U-образный водяной манометр, установленный на широкой части трубопровода перед сужением, показывает избыточное давление в трубопроводе, равное 40 мм вод. ст. Какое будет показание такого же манометра на узкой части трубопровода? Сопротивлениями пренебречь.

5. Найти диаметр трубопровода для транспортирования водорода при расходе его 120 */час.* Длина трубопровода 1000 м. Допускаемое падение давления Δр = 110 мм вод. ст. Удельный вес водорода 0,0825 *кГ/м^3*. Коэффициент трения λ = 0,03.

6. Найти скорость осаждения в воде частиц кварцевого песка шарообразной формы диаметром 0,9 мм, если удельный вес песка 2650 кГ^3/м^3, а температура воды 20^{0}С.

7. Определить диаметр отстойника для непрерывного осаждения отмученного мела в воде. Производительность отстойника 80 *т/час* начальной суспензии, содержащей 8 вес.% $CaCO_3$. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению, 35 мкм. Температура осаждения 15^{0}С. Влажность шлама 70%. Удельный вес мела 2710 *кГ/м^3*.

8. Определить продолжительность фильтрования 10 л жидкости через 1 $м^2$ фильтра, если при предварительном испытании фильтра с 1 $м^2$ было собрано фильтрата: 1 л через 2,25 мин. и 3 л через 14,5 мин. после фильтрования.

9. Определить часовую производительность (по питанию) автоматической осадительной центрифуги при работе её на водной суспензии гидрата окиси магния. Удельный вес частиц γ = 2525 *кГ/м*^{3}. Температура суспензии 30^{0}С. Наименьший диаметр частиц 3 мкм. Характеристика центрифуги: диаметр барабана 800 мм, длина барабана 400 мм, Диаметр борта 570 мм, число оборотов 1200 об/мин. Цикл работы центрифуги составляет 20 мин.: 18 мин. – подача суспензии, 2 мин. – разгрузка осадка.

11.3.3 Образцы заданий для контрольной работы
Темы расчетно-графических работ

1. Рассчитать отстойник для сгущения водной суспензии по следующим данным: расход суспензии G=9600 кг/ч, содержание твердых частиц в суспензии x_c = 0,15; в осадке $x_{ос}$ = 0,53; и в осветленной жидкости $x_{осв}$ = 0,0001 кг/кг. Частицы суспензии имеют шарообразную форму. Минимальный размер удаляемых частиц d = 25 мкм. Плотность частиц ρ = 2600 кг/м^3. Осаждение происходит при температуре 7 ^{0}С.

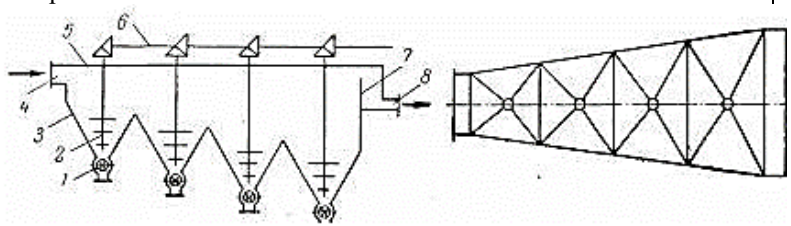
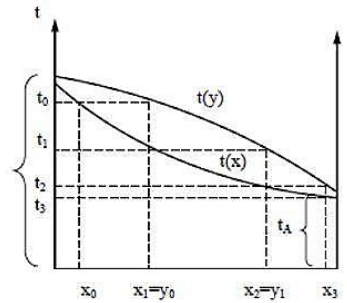
2. Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату 0,0018 м^3/с.

3. Исходные данные для расчета: перепад давления при фильтровании и промывке $\Delta p = 6{,}8 \cdot 10^4$ Па; температура фильтрования 20 ^{0}С; высота слоя осадка на фильтре h = 12 мм; влажность осадка w = 63% (масс.); удельное массовое сопротивление осадка $r = 7{,}86 \cdot 10^{10}$ м/кг; сопротивление фильтровальной перегородки $R = 4{,}1 \cdot 10^9$ м$^{-1}$; плотность твердой фазы ρ = 1680 кг/м^3; жидкая фаза суспензии и промывная жидкость – вода; массовая концентрация твердой фазы в суспензии x = 15% (масс.); удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре 49 ^{0}С) $\upsilon = 1 \cdot 10^{-3}$ м^3/кг; продолжительность окончания сушки осадка не менее 20с.

4. Рассчитать пластинчатый теплообменник для подогрева 10% раствора NaOH от 54 до 100 ^{0}С. Расход раствора NaOH – 7 800 кг/ч. При средней температуре 77 ^{0}С 10% раствор NaOH имеет следующие физико-химические характеристики: ρ_2 = 1078 кг/м^3; c_2 = 3810 Дж/(кг·К); λ_2 = 0,70 Вт/(м·К); $\mu_2 = 0{,}63 \cdot 10^{-3}$ Па·с. Для подогрева использовать насыщенный водяной пар давлением 0,3 Мпа. Температура конденсации 134 ^{0}С. Характеристики конденсата при этой температуре: ρ_1 = 923 кг/м^3; c_1 = 4100 Дж/(кг·К); λ_1 = 0,68 Вт/(м·К); $\mu_1 = 0{,}12 \cdot 10^{-3}$ Па·с; r = 2080 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи К = 930 Вт/(м^2·К).4. Определить диаметр отстойника для непрерывного осаждения суспензии в воде. Производительность отстойника 800 м3/сутки по суспензии. Концентрация дисперсной фазы 10%, диаметр частиц 50 мкм. Влажность осадка 65 %. Удельный вес твердых частиц 2,6 кг/дм3. Привести эскиз отстойника непрерывного действия, описать принцип его действия.

5. Рассчитать подогреватель типа “труба в трубе”для нагрева соляной кислоты с $t_{2н}$ = 25^{0}С до $t_{2к}$ = 90^{0}С. Горячий теплоноситель (1) - водяной пар. Расход теплоносителя $G_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ кг/ч. Давление 0,25 МПа.

Процессы и аппараты	ПК-2. Способен управлять безопасностью труда с учетом профессионального риска	1. Уравнение для расчета работы упругой деформации	$A=\frac{\sigma^2 G}{2E\rho}$	
		2. Запишите систему дифференциальных уравнений Эйлера.	$\begin{cases} -\frac{dp}{dx}=0 \\ -\frac{dp}{dy}=0 \\ -\rho\cdot g-\frac{dp}{dz}=0 \end{cases}$	
		3. Напишите основное уравнение гидростатики	$z+\frac{p}{\rho\cdot g}=Const$	
		4. Что такое $\lambda_Г$ в уравнении Дарси-Вейсбаха $h_n=\lambda_Г\frac{l}{d_э}\cdot\frac{w^2}{2g}$	Коэффициент гидравлического сопротивления	
		5. От чего зависит растворимость газа	По закону Генри растворимость газа пропорциональна парциальному давлению газа	
		6. Что рассчитывается по данному уравнению $a=\lambda/c\cdot\rho$	Коэффициент температуропроводности	
		7. Физический смысл критерия Нуссельта $Nu=\frac{\alpha\cdot l}{\lambda}=\frac{q_c}{q_\lambda}$	Характеризует интенсивность перехода тепла на границе между стенкой и потоком жидкости	
		8. За счет чего меняется скорость фильтрования в основном уравнении фильтрования при постоянной разности давлений? $w=\frac{dV}{S\cdot d\tau}=\frac{\Delta P}{(R_{ос.}+R_{ф.п.})\cdot\mu}$	За счет изменения сопротивления осадка	
		9. Запишите закон молекулярной диффузии (первый закон Фика)	$\frac{dM}{ds\,d\tau}=-D\frac{dC}{dx}$	
		10. Укажите уравнение Бернулли в интегральной форме	$z+\frac{p}{\rho g}+\frac{w^2}{2g}=Const$	

	ПК-6. Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности	1. За счет чего происходит классификация примесей в указанном аппарате?  	За счет уменьшения скорости потока	
		2. Под действием каких сил работают циклоны работают под действием	Циклоны работают под действием гравитационно-центробежных сил	
		3. Укажите случай полностью растворимых друг в друге компонентов в смеси  	На рисунке это вариант 3.	
		4. Дайте определение процессу ректификации.	Ректификацией называется процесс переноса компонента между кипящей жидкой и насыщенной конденсирующейся паровой фазами при противотоке.	
		5. Какими буквами обозначен низкокипящий компонент в жидкости и паре ?  	x – в жидкой фазе, y – в паровой фазе	
		6. Что означает флегмовое число?	Флегмовое число это отношение количества флегмы, возвращаемой в колонну, к количеству отводимого дистиллята.	

		7. Какая мешалка применяется для перемешивания высоковязких жидких сред?	Якорная мешалка	
		8. Дайте определение процессу измельчения.	Процесс измельчения – это процесс уменьшения кусков твердого материала механическим воздействием	
		9. При каких условиях распределяемый компонент у переходит из газовой фазы в жидкую фазу?	Движущей силой массообменных процессов является разность между рабочей и равновесной концентрациями Если рабочая линия расположена выше линии равновесия	
		10. Какая сила заставляет частицу твердого вещества двигаться равномерно в вязкой среде?	Сила сопротивление среды.	
		1. Как оценивается твердость материалов?	Твердость материалов оценивается пределом прочности при сжатии	
		2. В чем заключается назначение маховика в щековой дробилке?	Маховик в щековой дробилке служит для выравнивания нагрузки на двигатель.	
		3. Дайте определение механохимии.	Механохимия это область химии, изучающая химические и физико-химические изменения веществ во всех агрегатных состояниях под влиянием механической энергии	
		4. Какая связь влаги с материалом является наиболее прочной?	Химическая	
		5. Что служит рабочим органом конусной дробилки?	Рабочим органом конусной дробилки являются неподвижный и подвижный конусы	
		6. Какие вы знаете теории роста кристаллов?	1. теория поверхностного натяжения Гиббса 2. диффузионная теория роста	
		7. Укажите способ подвода тепла при конвективной сушке	Конвективная сушка происходит путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом	
		8. Что служит рабочими органами дезинтеграторов?	Рабочими органами дезинтеграторов являются два вращающихся диска с пальцами	
		9. Какая форма мелющих тел обеспечивает более эффективный помол?	Шар	
		10. Какие способы измельчения реализуются в барабанной шаровой мельнице?	Удар, раздавливание и истирание.	