

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

Северодонецкий технологический институт (филиал)

Кафедра Машиностроения и строительства

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись)
« 26 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы и аппараты химических технологий»

По направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

профиль «Автоматизация нефтегазовой и химической технологий»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Автоматизация нефтегазовой и химической технологий» - 25 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» разработана в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09.08.2021 № 730 (с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

К.т.н., заведующий кафедрой
машиностроения и строительства С.В. Шабрацкий

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры машиностроения и строительства « 02 » _____ 09 _____ 20 24 г., протокол № 1 .

Заведующий кафедрой

машиностроения и строительства  Шабрацкий

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____ .

СОГЛАСОВАНА:

И.о. заведующего кафедрой управления

инновациями в промышленности  Е. А. Бойко

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ года, протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » _____ 09 _____ 20 ____ г., протокол № 1 .

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» _____

 Ю.В. Бородач

© Шабрацкий С.В., 2024 год

© ФГБОУВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

1. Цели освоения дисциплины

Основными целями освоения дисциплины «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей» являются:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- познание понятий и применения процессов и аппаратов химической технологии, а также методов их расчёта и интенсификации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей» относится к числу учебных дисциплин базовой части (Блок 1) основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей – наука, занимающаяся изучением теории основных технологических процессов, принципов устройства и работы аппаратов и машин для осуществления технологических процессов; методы расчёты основных характеристик аппаратов и машин; проблем и закономерностей перехода от лабораторных процессов и моделей к промышленным процессам и аппаратам (моделирование).

Освоение этой дисциплины даёт знания, позволяющие оценить явления переноса импульса, массы и энергии, принципы физического моделирования процессов, основные уравнения движения газов и жидкостей, основы массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз, основы теории массообмена, методы расчёта высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов.

Этим обусловлена важнейшая роль процессов и аппаратов в профессиональной подготовке специалистов различного профиля.

Дисциплина «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

- Химия;
- Физика;
- Органическая химия.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих *компетенций*:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-6	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	знать: - средства и методы действия в нестандартных ситуациях, потенциальные возможности технических средств и технологических процессов производства уметь: - формулировать проблемы, возникающие при аппаратурном оформлении технологических экологически безопасных процессов

		владеть: - методами оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и производствах, осознавая ответственность за принятые решения
ОПК-1	способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	знать: - основы физического моделирования процессов, общие закономерности и зависимости, необходимые для расчета типовых процессов и аппаратов; уметь: - использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества; владеть: - навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической технологии, критериями оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и производствах.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 академических часа) из них 38 часов самостоятельной работы.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть. Историческая справка, предмет, задачи и роль курса. Способы классификации основных процессов химической технологии по организации процессов и по зависимости их параметров от времени. Кинетика процесса: движущая сила процесса, скорость, сопротивление. Кинетическая классификация основных процессов и аппаратов. Схема технологического расчета аппаратов. Понятие о модели и моделировании процессов. Модели структуры потоков в аппаратах непрерывного действия. Принципы и примеры построения математической модели процесса. Уравнения гидромеханики вязкой несжимаемой жидкости. Подобие процессов. Основные теоремы подобия. Числа гидромеханического подобия. Практическое значение теории подобия. Основы теории анализа размерности.

Гидромеханические процессы. Классификация дисперсных двухфазных систем. Основные гидромеханические процессы. Материальный баланс гидромеханических процессов.

Фильтрование. Фильтрование: основные понятия. Основной кинетический закон фильтрования. Режимы фильтрования. Структурные характеристики осадка. Промывка осадка. Классификация фильтров. Устройство газовых фильтров. Устройство жидкостных фильтров периодического и непрерывного действия. Схема их технологического расчета. Кинетика центробежного фильтрования. Конструкции и схема расчета фильтрующих центрифуг.

Осаждение. Кинетика гравитационного осаждения. Уравнение движения частицы под действием силы тяжести. Классификация, устройство и схема расчета отстойников. Кинетика центробежного осаждения. Классификация, устройство, схема расчета отстойных центрифуг. Циклонный процесс. Устройство и схема расчета циклонов и гидроциклонов. Электроочистка газов. Кинетика электроочистки газов. Устройство и схема расчета электрофильтров.

Псевдооживление и перемешивание. Псевдооживление: основные понятия, область применения. Кривая псевдооживления. Определение первой и второй критических скоростей псевдооживления. Аппараты с псевдооживленным слоем. Перемешивание в жидких средах,

области применения и основные характеристики. Способы перемешивания. Конструкции мешалок. Расход энергии на перемешивание механическими мешалками.

Тепловые процессы. Основы теории передачи тепла. Основные понятия и определения. Способы распространения теплоты. Теплопроводность. Закон Фурье, дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоотдача. Закон Ньютона. Основное кинетическое уравнение теплопередачи. Определение средней движущей силы теплоотдачи. Дифференциальное и критериальное уравнение конвективного теплообмена.

Промышленные способы подвода и отвода теплоты. *Нагревание.* Основные сведения. Нагревание водяным паром («острым» и «глухим»). Конденсатоотводчики. Многоходовые теплообменники. Схема технологического расчета промышленных теплообменников. Нагревание топочными газами, жидкими и твердыми промежуточными теплоносителями, электрическим током. *Конденсация.* Поверхностная конденсация и конденсация смешением. Барометрический конденсатор смешения. Технологический расчет конденсаторов. *Выпаривание.* Общие сведения. Простое и многократное выпаривание. Материальный и тепловой баланс. Общая и полезная разность температур. Температурные депрессии. Технологический расчет выпарных аппаратов и установок. Выпаривание с применением теплового насоса. *Охлаждение* до обыкновенных температур. *Умеренное охлаждение* (холодильные процессы). Классификация установок. Циклы с сухим и влажным ходом компрессора в парокompрессионных машинах. Абсорбционные холодильные установки.

Основные массообменные (диффузионные) процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей. Основы теории массопередачи. Массообменные процессы: основные понятия, назначение, особенности. Равновесие и движущая сила массообменных процессов. Основной кинетический закон массопередачи. Модифицированные уравнения массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнения рабочих линий массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Законы молекулярной диффузии – первый и второй закон Фика, закон массоотдачи (закон Шукарева – Нернста). Дифференциальное уравнение массоотдачи (конвективной диффузии), запись его с использованием чисел подобия. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Массопередача в системах с твердой фазой (массопроводность).

Абсорбция и ректификация. Определения и области применения. Законы равновесия в системах газ-жидкость: Генри, Рауля и Дальтона. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Кинетика абсорбции. Принципиальные схемы абсорбционных процессов. Классификация жидких однородных бинарных смесей. Принцип ректификации. Ректификационная установка непрерывного действия. Материальный и тепловой баланс. Рабочие линии процесса непрерывной ректификации. Флегмовое число, его влияние на процесс ректификации. Периодическая ректификация. Другие методы разделения жидких однородных смесей, основанные на различии составов жидкости и пара при равновесии. Абсорбционные и ректификационные аппараты: классификация, устройство и схема технологического расчета.

Жидкостная экстракция. Общие сведения. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Материальный баланс и кинетика экстракции. Принципиальные схемы проведения процессов экстракции, их изображение в диаграмме у-х. Классификация экстракционного оборудования.

Сушка. Теоретические основы и способы сушки. Равновесие при сушке. Воздушная сушка. Параметры состояния влажного воздуха. Диаграмма Н-х (диаграмма Рамзина). Материальный и тепловой баланс воздушной сушки. Рабочая линия сушки. Принципиальные схемы проведения процессов сушки, их изображение в диаграмме Н-х. Кинетические кривые сушки. Факторы, влияющие на скорость процесса сушки. Классификация сушильного оборудования.

Адсорбция. Общие сведения. Равновесие в процессах адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Кинетика процесса. Уравнение Шилова. Принципиальные схемы проведения процессов адсорбции. Устройство адсорберов и адсорбционных установок, схема технологического расчета.

Ионообмен. Общие сведения. Реакции ионообмена. Равновесие при ионообмене. Материальный баланс и кинетика ионообменных процессов. Регенерация и отмывка ионитов. Принципиальные схемы ионообменных процессов и ионообменная аппаратура.

Мембранные процессы. Общие сведения. Область применения и классификация мембранных процессов. Материальный баланс мембранных процессов. Материал и устройство мембран. Основные характеристики мембран. Мембранные аппараты, схема расчета.

Кристаллизация. Общие сведения. Область применения кристаллизационных процессов. Равновесие в системах твердое (кристалл) – жидкость. Основные способы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Понятие о сублимационных процессах.

Структура и содержание дисциплины «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей» по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Автоматизация нефтегазовой и химической технологий»

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				
				Л	П	Лаб	СРС	КСР
1.	Историческая справка, предмет, задачи и роль курса. Способы классификации основных процессов химической технологии по организации процессов и по зависимости их параметров от времени. Кинетика процесса: движущая сила процесса, скорость, сопротивление. Кинетическая классификация основных процессов и аппаратов. Схема технологического расчета аппаратов. Понятие о модели и моделировании процессов. Модели структуры потоков в аппаратах непрерывного действия. Принципы и примеры построения математической модели процесса. Уравнения гидромеханики вязкой несжимаемой жидкости. Подобие процессов. Основные теоремы подобия. Числа гидромеханического подобия. Практическое значение теории подобия. Основы теории анализа размерности. Классификация дисперсных двухфазных систем. Основные гидромеханические процессы. Материальный баланс гидромеханических процессов.	6	1	2	2	-	2	Электронное тестирование
2.	Фильтрация: основные понятия. Основной кинетический закон фильтрации. Режимы фильтрации. Структурные характеристики осадка. Промывка осадка. Классификация фильтров. Устройство газовых фильтров. Устройство жидкостных фильтров периодического и непрерывного действия. Схема их технологического расчета. Кинетика центробежного	6	2	2	2	-	2	

	фильтрация. Конструкции и схема расчета фильтрующих центрифуг.							
3.	Кинетика гравитационного осаждения. Уравнение движения частицы под действием силы тяжести. Классификация, устройство и схема расчета отстойников. Кинетика центробежного осаждения. Классификация, устройство, схема расчета отстойных центрифуг. Циклонный процесс. Устройство и схема расчета циклонов и гидроциклонов. Электроочистка газов. Кинетика электроочистки газов. Устройство и схема расчета электрофильтров.	6	3	2	2	-	2	
4.	Псевдоожижение: основные понятия, область применения. Кривая псевдоожижения. Определение первой и второй критических скоростей псевдоожижения. Аппараты с псевдоожиженным слоем. Перемешивание в жидких средах, области применения и основные характеристики. Способы перемешивания. Конструкции мешалок. Расход энергии на перемешивание механическими мешалками.	6	4	2	2	-	2	электронное тестирование
5.	Основные понятия и определения. Способы распространения теплоты. Теплопроводность. Закон Фурье, дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплоотдача. Закон Ньютона. Основное кинетическое уравнение теплопередачи. Определение средней движущей силы теплоотдачи. Дифференциальное и критериальное уравнение конвективного теплообмена.	5	5	2	2	-	2	электронное тестирование
6.	<i>Нагревание.</i> Основные сведения. Нагревание водяным паром («острым» и «глухим»). Конденсатоотводчики. Многоходовые теплообменники. Схема технологического расчета промышленных теплообменников. Нагревание топочными газами, жидкими и твердыми промежуточными теплоносителями, электрическим током. <i>Конденсация.</i> Поверхностная конденсация и конденсация смешением. Барометрический конденсатор смешения. Технологический расчет конденсаторов. <i>Выпаривание.</i> Общие сведения. Простое и многократное выпаривание. Материальный и тепловой баланс. Общая и полезная разность температур. Температурные депрессии. Технологический расчет выпарных аппаратов и установок. Выпаривание с применением теплового насоса. <i>Охлаждение</i> до обыкновенных температур. <i>Умеренное охлаждение</i> (холодильные процессы). Классификация установок. Циклы с сухим и влажным ходом компрессора в парокомпрессионных машинах.	6	6-7	4	4	-	6	
7.	Массообменные процессы: основные понятия, назначение, особенности. Равновесие и движущая сила	6	8	2	2	-	2	электронное тестирование

	<p>массообменных процессов. Основной кинетический закон массопередачи. Модифицированные уравнения массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнения рабочих линий массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Законы молекулярной диффузии – первый и второй закон Фика, закон массоотдачи (закон Шукарева – Нернста). Дифференциальное уравнение массоотдачи (конвективной диффузии), запись его с использованием чисел подобия. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Массопередача в системах с твердой фазой (массопроводность).</p>							ние
8.	<p>Определения и области применения. Законы равновесия в системах газ-жидкость: Генри, Рауля и Дальтона. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Кинетика абсорбции. Принципиальные схемы абсорбционных процессов. Классификация жидких однородных бинарных смесей. Принцип ректификации. Ректификационная установка непрерывного действия. Материальный и тепловой баланс. Рабочие линии процесса непрерывной ректификации. Флегмовое число, его влияние на процесс ректификации. Периодическая ректификация. Другие методы разделения жидких однородных смесей, основанные на различии составов жидкости и пара при равновесии. Абсорбционные и ректификационные аппараты: классификация, устройство и схема технологического расчета.</p>	6	9	2	2	-	2	электронное тестирование
9.	<p>Общие сведения. Равновесие в системах жидкость-жидкость. Материальный баланс и кинетика экстракции. Принципиальные схемы проведения процессов экстракции, их изображение в диаграмме у-х. Классификация экстракционного оборудования.</p>	6	10	2	2	-	2	
10.	<p>Теоретические основы и способы сушки. Равновесие при сушке. Воздушная сушка. Параметры состояния влажного воздуха. Диаграмма Н-х (диаграмма Рамзина). Материальный и тепловой баланс воздушной сушки. Рабочая линия сушки. Принципиальные схемы проведения процессов сушки, их изображение в диаграмме Н-х. Кинетические кривые сушки. Факторы, влияющие на скорость процесса сушки. Классификация сушильного оборудования.</p>	6	11-12	4	4	-	6	
11.	<p>Общие сведения. Равновесие в процессах адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Кинетика процесса. Уравнение Шилова. Принципиальные схемы проведения процессов адсорбции. Устройство адсорберов и адсорбционных установок.</p>	6	13-14	4	4	-	4	электронное тестирование

12.	Общие сведения. Реакции ионообмена. Равновесие при ионообмене. Материальный баланс и кинетика ионообменных процессов. Регенерация и отмывка ионитов. Принципиальные схемы ионообменных процессов и ионообменная аппаратура.	6	15	2	2	-	2	
13.	Общие сведения. Область применения и классификация мембранных процессов. Материальный баланс мембранных процессов. Материал и устройство мембран. Основные характеристики мембран. Мембранные аппараты, схема расчета.	6	16	2	2	-	2	
14.	Общие сведения. Область применения кристаллизационных процессов. Равновесие в системах твердое (кристалл) – жидкость. Основные способы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Понятие о сублимационных процессах.	6	17	2	2	-	2	
Итого		6	17	34	34	-	38	зачет с оценкой

5. Образовательные технологии.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала каждого студента.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования

необходимых современных средств обучения.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Химия, 1987.- 496 с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие.– 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987.- 576 с.
3. Практикум по курсу Процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие под ред. А.М.Кутепова, Д.А.Баранова. - 3-е изд., переработанное, Москва, 2012. - 342 с.

б) дополнительная литература:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей: Учебник. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1973.- 752 с.
2. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1982.- 584 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник для вузов – 2-е изд. Ч. 1, 2 – М.: Химия, 1995.- 400 с., 368 с.
4. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. - 2-е изд. Перераб. и доп.- М. Высшая школа, 1973. - 296 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования РФ – <https://minobrnauki.gov.ru/>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
Электронные библиотечные системы и ресурсы:
Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>
Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств по дисциплине «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей»

Паспорт фонда оценочных средств

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-1 способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
Знать: основы физического моделирования процессов, общие закономерности и зависимости, необходимые для расчета типовых процессов и аппаратов;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное количество следующих знаний: основ физического моделирования процессов, общих закономерностей и зависимостей, необходимых для расчета типовых процессов и аппаратов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основ физического моделирования процессов, общих закономерностей и зависимостей, необходимых для расчета типовых процессов и аппаратов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основ физического моделирования процессов, общих закономерностей и зависимостей, необходимых для расчета типовых процессов и аппаратов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основ физического моделирования процессов, общих закономерностей и

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	аналитических операциях.	зависимост ей, необходимых для расчета типовых процессов и аппаратов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать принципиальные схемы проведения основных процессов, их достоинства и преимущества. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической технологии, критериями оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической технологии, критериями оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и производствах.	Обучающийся владеет навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической технологии, критериями оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и производствах. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся частично владеет навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической технологии, критериями оценки целесообразности применения аппаратов в химической технологии и производствах, но допускаются	Обучающийся владеет в полном объеме навыками выбора аппаратов для осуществления процессов химической

производства.		проявляется недостаточность владения навыков по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в разных ситуациях.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	технологии, критериям и оценки целесообразности применения аппаратов в химической и производственных. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
---------------	--	--	---	--

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета с оценкой проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основные процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и химической отраслей» и прошли промежуточный контроль.

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Описание</i>
Отлично	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</i>

Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует знания, в которых освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Перечень оценочных средств

Комплект контрольных задач для практических занятий и самостоятельной работы студентов

Задача:

Определить диаметр механизированного отстойника непрерывного действия производительностью 40 т/ч водной суспензии, содержащей 5% (масс.) частиц песка с плотностью 2600 кг/м³. Наименьший диаметр частиц 8 мкм. Осаждение осуществляется в ламинарном режиме. Динамическая вязкость воды – 10⁻³ Па·с.

Задача:

Определить максимальную скорость осаждения твердых частиц диаметром 2 мкм в отстойной центрифуге. Плотность жидкости 1000 кг/м³. Динамический коэффициент вязкости жидкости 1·10⁻³

Па·с, плотность твердых частиц 2500 кг/м³, диаметр ротора центрифуги равен 1 м, частота вращения ротора $n = 3,6 \text{ с}^{-1}$. Режим осаждения – ламинарный.

Во сколько раз быстрее произойдет осаждение данных частиц в центрифуге, чем в отстойнике?

Задача:

Определить массовую производительность по суспензии, фильтрату и осадку фильтрующей центрифуги периодического действия за цикл (одну загрузку) и рассчитать центробежный фактор (фактор разделения). Размеры барабана центрифуги: диаметр 800 мм, внутренний диаметр борта

400 мм, высота 600 мм. Плотность суспензии 1300 кг/м³. Скорость вращения 800 об/мин. Концентрация твердой фазы в суспензии 40% (масс.), влажность осадка 30% (масс.).

Задача:

Определить массовый и объемный расход осветленной жидкости и осадка при отстаивании 100 т/ч водной суспензии, содержащей 5% (масс.) частиц песка с плотностью

2600 кг/м³. Концентрация частиц в осадке – 60% (масс.), осветленная жидкость не содержит твердых частиц.

Задача:

Определить среднюю объемную производительность рамного фильтр-пресса по фильтрату, имеющего 40 рам размером 1000x1000x40 мм каждая. Конечный перепад давления при фильтровании $\Delta P = 0,6$ МПа. Сопротивление фильтрующей перегородки $R_{\phi} = 3 \cdot 10^8$ Н·с/м³. Удельное сопротивление осадка $3,6 \cdot 10^{11}$ Н·с/м⁴. Отношение объема осадка к объему фильтрата 0,2. Время вспомогательных операций и промывке в сумме составляет 30 минут.

Задача:

Производительность барабанного вакуум-фильтра 400 кг/ч водной суспензии, содержащей 12% (масс.) твердой фазы с плотностью 2200 кг/м³. Влажность полученного осадка 20% (масс.), а содержание твердой фазы в фильтрате 0,05% (масс.). Определить производительность фильтра по осадку и фильтрату.

Задача:

Определить диаметр циклона, в котором очищается от пыли 300 кг/ч дымовых газов. Коэффициент сопротивления циклона $\xi = 105$, отношение $\Delta p / \rho_{\Gamma} = 750$ м²/с². Плотность дымовых газов $\rho_{\Gamma} = 1,2$ кг/м³.

Задача:

Рассчитать число элементов батарейного циклона, предназначенного для очистки 7800 м³/ч газа от пыли. Перепад давления на циклоне равен 400 Па. Коэффициент гидравлического сопротивления элемента $\xi = 90$. Диаметр элемента равен 150 мм. Плотность газа равна 0,6 кг/м³.

Задача:

Определить интенсивность перемешивания и мощность, потребляемую при перемешивании 250 л среды мешалкой диаметром 200 мм, если число оборотов мешалки $n = 600$ об/мин., плотность перемешиваемой среды равна 1000 кг/м³, а критерий мощности мешалки (модифицированный критерий Эйлера) $K_N = 10$.

Задача:

Определить удельную холодопроизводительность, холодильный коэффициент, расход хладагента и теоретическую мощность двигателя компрессора аммиачной холодильной установки, работающей по сухому циклу без переохлаждения. Температура испарения (-10⁰С), конденсации (+30⁰С). Холодопроизводительность установки 250 кВт.

Задача:

Температура жидкости в теплообменнике 83⁰С, температура наружного воздуха 20⁰С. Толщина стенки теплообменника 20 мм, толщина слоя тепловой изоляции 50 мм. Теплопроводность стенки 4 Вт/м·град. Коэффициент теплоотдачи от жидкости к внутренней стенке аппарата составляет 100 Вт/м·град, а от поверхности изоляции к наружному воздуху 20 Вт/м·град.

Определить термическое сопротивление теплопередачи, плотность теплового потока, разность температур между внешним слоем изоляции и наружным воздухом.

Задача:

Определить расход греющего пара (давление 0,4 МПа) и поверхность теплообмена подогревателя, в котором нагревается 1200 кг/ч смеси этанола и воды от 10⁰С до 80⁰С, теплоемкость смеси 3,4 кДж/кг·град. Коэффициент теплопередачи 700 Вт/м·град.

Задача:

Водяной пар в количестве 8000 кг/ч при вакууме 0,07 МПа конденсируется водой в конденсаторе смешения с барометрической трубой. Начальная температура подаваемой воды 12⁰С. Температура смеси конденсата и воды на 8⁰С ниже температуры пара.

Определить расход охлаждающей воды и высоту гидравлического затвора в барометрической трубе.

Задача:

В однокорпусной выпарной установке упаривается 10000 кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации 4% (масс.) до конечной – 36% (масс.) при давлении 0,02 МПа. Найти количество упариваемой воды и полезную разность температур, если давление греющего пара 0,3 МПа. Величина температурных потерь за счет гидростатического эффекта 6°C , физико- химической депрессии 20°C .

Задача:

В выпарном аппарате под давлением 0,02 МПа упаривается 7000 кг/ч водного раствора NaOH от начальной концентрации $X_n = 6\%$ (масс.) до $X_k = 30\%$ (масс.). Давление греющего пара 0,4 МПа.

Определить поверхность теплообмена, если сумма температурных потерь 18°C , а коэффициент теплопередачи от пара к раствору $900 \text{ Вт/м}^2\text{-град}$. Тепловые потери не учитывать, При расчете тепловой нагрузки считать, что тепло греющего пара расходуется только на образование вторичного пара.

Задача:

В трехкорпусной вакуум-выпарной установке упаривается 900 кг/ч водного раствора КОН от концентрации 4% (масс.) до 36% (масс.). Остаточное давление в конденсаторе 0,02 МПа, давление греющего пара 0,8 МПа. Определить количество выпаренной воды и полезную разность температур, если сумма всех температурных потерь равна: за счет гидростатического эффекта в корпусах – $12,5^{\circ}\text{C}$, за счет гидродинамической депрессии – 3°C , физико-химической депрессии – 23°C .

Задача:

Определить расход серной кислоты для осушки воздуха при следующих данных. Производительность скруббера $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ (считая на сухой воздух при нормальных условиях). Начальное содержание влаги в воздухе $0,016 \text{ кг/кг}$ сухого воздуха, конечное содержание влаги в воздухе $0,006 \text{ кг/кг}$ сухого воздуха. Начальное содержание воды в кислоте $0,6 \text{ кг/кг}$ моногидрата, конечное содержание – $1,4 \text{ кг/кг}$ моногидрата. Осушка воздуха производится при атмосферном давлении. Плотность воздуха – $1,29 \text{ кг/м}^3$.

Задача:

В распылительном экстракторе производится извлечение фенола из его водного раствора бензолом. Количество обрабатываемой фенольной воды $L = 20$ тонн в час. Концентрация фенола в воде: $x_n = 1,0\%$ (масс.); $x_k = 0,1\%$ (масс.). Концентрация фенола в бензоле: $y_n = 0$; $y_k = 4,75\%$ (масс.). Найти часовой расход чистого бензола и его удельный расход на 1 кг обрабатываемой фенольной воды.

Задача:

Рассчитать коэффициенты массопередачи: $K_x[\text{кгмоль}/(\text{м}^2/\text{час}\cdot\text{кгмоль}/\text{кгмоль})]$ и $K_y[\text{кгмоль}/(\text{м}^2/\text{час}\cdot\text{кгмоль}/\text{кгмоль})]$ для процесса, в котором коэффициенты массоотдачи имеют следующие значения: $\beta_y = 0,28 [\text{кгмоль}/(\text{м}^2/\text{час}\cdot\text{кгмоль}/\text{кгмоль})]$ и $\beta_x = 0,28 [\text{кгмоль}/(\text{м}^2/\text{час}\cdot\text{кгмоль}/\text{кгмоль})]$, а уравнение линии равновесия имеет вид $y_p = 1,02\cdot x$.

Задача:

Через противоточный абсорбер пропускают 3000 кг/час воздуха, содержащего $0,06 \text{ кг}$ аце- тона/кг инертной части. Концентрация ацетона в воздухе на выходе из абсорбера – $0,01 \text{ кг}$ ацетона на кг инертной части. Извлечение ацетона производится 9000 кг/час чистой воды.

Найти движущую силу процесса абсорбции, если уравнение линии равновесия $y_p = 2\cdot x$. Рабочую и равновесную линии изобразить на диаграмме $y - x$.

Задача:

Определить расход серной кислоты для осушки воздуха при следующих данных. Производительность скруббера $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ (считая на сухой воздух при нормальных условиях). Начальное содержание влаги в воздухе $0,016 \text{ кг/кг}$ сухого воздуха, конечное содержание влаги в воздухе $0,006 \text{ кг/кг}$ сухого воздуха. Начальное содержание воды в кислоте $0,6 \text{ кг/кг}$ моногидрата, конечное содержание – $1,4 \text{ кг/кг}$ моногидрата. Осушка

воздуха производится при атмосферном давлении. Плотность воздуха – $1,29 \text{ кг/м}^3$.

Задача:

В распылительном экстракторе производится извлечение фенола из его водного раствора бензолом. Количество обрабатываемой фенольной воды $L = 20$ тонн в час. Концентрация фенола в воде: $x_n = 1,0\%$ (масс.); $x_k = 0,1\%$ (масс.). Концентрация фенола в бензоле: $y_n = 0$; $y_k = 4,75\%$ (масс.).

Найти часовой расход чистого бензола и его удельный расход на 1 кг обрабатываемой фенольной воды.

Задача:

Рассчитать коэффициенты массопередачи: K_x [кгмоль/($\text{м}^2/\text{час} \cdot \text{кгмоль}/\text{кгмоль}$)] и K_y [кгмоль/($\text{м}^2/\text{час} \cdot \text{кгмоль}/\text{кгмоль}$)] для процесса, в котором коэффициенты массоотдачи имеют следующие значения: $\beta_y = 0,28$ [кгмоль/($\text{м}^2/\text{час} \cdot \text{кгмоль}/\text{кгмоль}$)] и $\beta_x = 0,28$ [кгмоль/($\text{м}^2/\text{час} \cdot \text{кгмоль}/\text{кгмоль}$)], а уравнение линии равновесия имеет вид $y_p = 1,02 \cdot x$.

Задача:

Через противоточный абсорбер пропускают 3000 кг/час воздуха, содержащего $0,06 \text{ кг}$ ацетона/кг инертной части. Концентрация ацетона в воздухе на выходе из абсорбера – $0,01 \text{ кг}$ ацетона на кг инертной части. Извлечение ацетона производится 9000 кг/час чистой воды.

Найти движущую силу процесса абсорбции, если уравнение линии равновесия $y_p = 2 \cdot x$. Рабочую и равновесную линии изобразить на диаграмме $y - x$.

Задача:

Рассчитать число единиц переноса в процессе прямоточной абсорбции ацетона водой при условии: $x_n = 0$; $y_n = 0,06 \text{ кгмольРВ}/\text{кгмоль ин.нос.}$ Отношение потоков $L/G = 2$, уравнение линии равновесия $y_p = 1,68 \cdot x$. Конечная концентрация ацетона в воде $x_k = 0,0115 \text{ кгмольРВ}/\text{кгмоль ин.нос.}$

Задача:

Рассчитать среднюю движущую силу $\Delta u_{\text{ср}}$ для противоточного процесса массопередачи, в котором линия равновесия выражается уравнением $y_p = 1,35 \cdot x$; $x_n = 0$;

$x_k = 0,02 \text{ кгмоль}/\text{кгмоль}$; $L/G = 2,35$; $y_k = 0,03 \text{ кгмоль}/\text{кгмоль}$. Рабочую и равновесную линии изобразить на диаграмме $y - x$.

Задача:

В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется смесь этанол-вода. Исходная смесь содержит 10% (масс.) этанола, дистилят – 90% (масс.) этанола, кубовая жидкость – 2% (масс.) этанола. Производительность установки 1000 кг/час дистилята.

Определить количества кубовой жидкости и исходной смеси, а также количество паров, поступающих в дефлегматор при флегмовом числе, равном $0,2$.

Задача:

Определить количество дистилята и кубового остатка, полученных при разделении 2000 кг/час смеси этанол-вода. Концентрация этанола в исходной смеси – 25% (масс.), в дистиляте – 92% (масс.) и кубовом остатке – $1,5\%$ (масс.).

Задача:

Определить какое количество (в кг/ч) исходной смеси подается в ректификационную колонну диаметром 800 мм , если из колонны выводится 3 т/час кубовой жидкости.

Скорость паров в свободном сечении в верхней части колонны равна $1,0 \text{ м/с}$. Флегмовое число равно $2,0$. Плотность пара на выходе из колонны $2,77 \text{ кг/м}^3$.

Задача:

Производительность ректификационной колонны непрерывного действия – 1000 кг/час исходной смеси, состоящей из бензола и толуола. Расход кубовой жидкости (толуола) – 600 кг/час . Флегмовое число $R = 2$. Определить какое количество пара поступает в дефлегматор.

Задача:

В ректификационную колонну непрерывного действия подается на разделение смесь бензола и толуола, имеющая в своем составе 40% (масс.) бензола. Дистиллят содержит 97% (масс.) легколетучего. Мольная доля бензола 78, толуола 92.

Определить минимальное флегмовое число, если концентрация легколетучего в паре, равновесном с жидкой исходной смесью, равна 59% (молярных).

Задача:

Производительность ректификационной колонны равна 1000 кг/час дистиллята. Известны составы: исходной смеси $x_F = 30\%$ (мол), дистиллята – $x_D = 90\%$ (мол) и пара, равновесного с исходной смесью $y_{Fp} = 60\%$ (мол).

Определить количество пара, поступающего из колонны в дефлегматор, если рабочее флегмовое число $R = 1.5 R_{\min}$.

Задача:

Для экстракции медпрепарата из его водного раствора хлороформом используется чистый растворитель ($y_n = 0$), который насыщается до содержания в нем медпрепарата $y_n = 0,00115$ кг/кг экстрагента.

Начальная концентрация медпрепарата в водном растворе составляет $x_n = 0,00175$ кг/кг воды, а конечная $x_n = 0,00005$ кг/кг воды. Уравнение равновесия $y_p = 4,66 \cdot x$.

Найти среднюю движущую силу противоточного процесса экстракции. Рабочую и равновесную линии процесса изобразить на диаграмме $y-x$.

Задача:

Определить расход воздуха для высушивания 100 кг/ч влажного материала от начальной его влажности 10% (масс.) до конечной . 0,5% (масс.). Воздух перед калорифером имеет температуру $t_0 = 20^\circ\text{C}$ и относительную влажность, равную $\varphi_0 = 50\%$, температура его после калорифера равна 60°C . Относительная влажность воздуха после сушилки $\varphi_2 = 40\%$. Сушилка изохэнтальпическая (теоретическая).

Задача:

Воздух в изохэнтальпической сушилке поступает в калорифер при температуре $t_n = 25^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi = 65\%$, нагревается до температуры $t_k = 130^\circ\text{C}$ и уходит из сушилки с относительной влажностью равной $\varphi = 45\%$.

Требуется понизить максимальную температуру сушилки до 90°C , применив рециркуляцию. Определить кратность циркуляции воздуха.

Задача:

Наружный воздух при температуре $t_0 = 10^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_0 = 50\%$, пройдя калорифер и сушильную камеру, выходит из нее при температуре $t_2 = 40^\circ\text{C}$ и относительной влажности равной $\varphi_2 = 70\%$.

Определить:

- температуру воздуха после калорифера;
- расход воздуха при удалении 100 кг влаги;
- расход тепла в калорифере, если величина $\Delta = - 400$ кДж/кг удаленной влаги.

Структура и тематика тестов рубежных контролей по лекционному курсу

1 Конденсатоотводчики служат для отвода:

1. водяного пара и его конденсата;
2. конденсата и неконденсирующихся газов;
3. только конденсата.

Укажите правильный ответ.

2 Укажите характерные особенности при нагревании водяным паром:

1. высокий коэффициент теплоотдачи при конденсации пара;
2. равномерность обогрева;
3. большое количество тепла, выделяющееся при конденсации 1 кг пара;
4. «жесткие» условия нагрева.

Ответ дать в порядке возрастания номеров, не применяя запятой.

3 Возрастание тепловой производительности при нагревании дымовыми газами с циркуляцией жидкого промежуточного теплоносителя вызывается:

1. увеличением разности высот расположения обогреваемого аппарата и печи;
2. уменьшением разности высот расположения обогреваемого аппарата и печи;
3. увеличение разности плотностей теплоносителей в холодной и горячей ветвях.

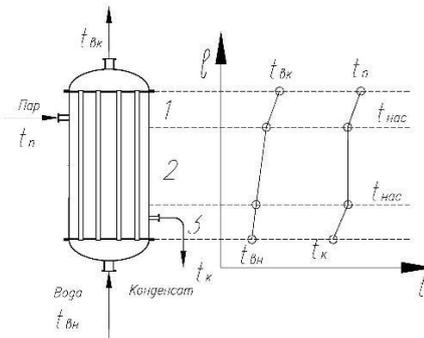
4 Укажите характерные особенности при нагревании электрическим током:

1. мягкость и точность регулирования;
2. равномерность обогрева;
3. «жесткие» условия обогрева
- 4.

5 На рисунке показано распределение температуры в поверхностном конденсаторе.

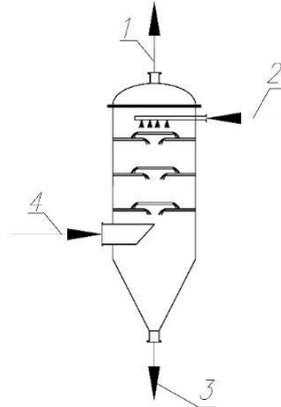
Укажите зоны:

1. охлаждения перегретого пара;
2. конденсации пара;
3. охлаждения конденсата.



6 На рисунке изображен противоточный барометрический конденсатор. В порядке перечисления укажите штуцера:

- а) ввода пара на конденсацию;
- б) ввода охлаждающей воды;
- в) вывода неконденсирующихся газов;
- г) вывода охлаждающей воды и конденсата.



7 Определить коэффициент теплопередачи, если теплообменник с поверхностью 10 м^2 обеспечивает передачу 20000 Дж/сек теплоты при средней разности температур 10°C .

Коэффициент теплопередачи в $\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

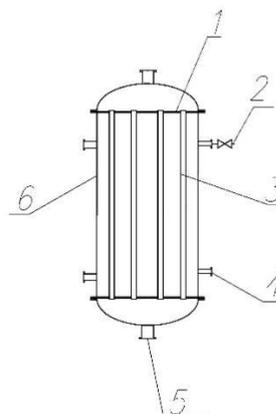
8 Укажите характерные особенности при нагревании топочными газами:

1. высокие коэффициенты теплоотдачи от дымовых газов к стенке;
2. низкие коэффициенты теплоотдачи от дымовых газов к стенке;
3. «жесткие» условия нагрева;
4. неравномерность обогрева;
5. равномерность обогрева.

Ответ дать в порядке возрастания номеров, не применяя запятой.

9 Укажите основные детали теплообменника для конденсации паров, которые подаются в межтрубное пространство:

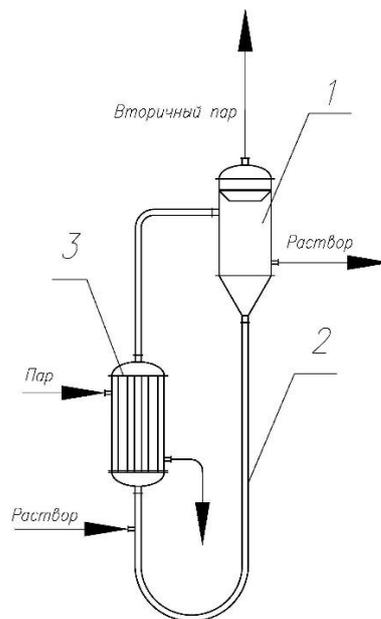
1. кожух;
2. трубная доска;
3. греющие трубы;
4. воздушник.



10 Определите полезную разность температур, если температура греющего пара $T_{\text{грпар}}=140^\circ\text{C}$, температура вторичного пара на выходе из аппарата $t_{\text{втп}}=60^\circ\text{C}$, суммарные

температурные потери равны 40°C .

- 11 Определить количество выпаренной воды в выпарном аппарате в кг/ч, если количество исходного раствора 1000 кг/час, начальная концентрация раствора составляет 12% (масс.), а конечная - 60% (масс.).
- 12 Как изменится коэффициент теплопередачи от первого корпуса к последнему в прямоточной многокорпусной выпарной установке:
увеличивается;
уменьшается;
остаётся без изменения.
- 13 Чему равна конечная концентрация раствора в 3-х корпусной выпарной установке, если в первом корпусе выпаривается 700 кг/час растворителя, во втором – 500 кг/час, в третьем – 400 кг/час. Количество исходного раствора $G_n = 2000$ кг/час, $x_n = 10\%$ (масс.).
- 14 Укажите основные элементы выпарного аппарата с выносной греющей камерой:
а) греющая камера;
б) сепаратор;
в) циркуляционная труба.



Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

1. Что лежит в основе классификации химико-технологических процессов?
2. Какова формулировка основного кинетического закона?
3. В чём заключается сущность периодических и непрерывных процессов?
4. В чём состоят основные особенности моделей полного вытеснения и полного смешения?
5. На основании каких законов записываются уравнения материального и энергетического балансов?
6. Что входит в условия однозначности?
7. Какие процессы называются подобными?
8. Какие критерии подобия являются определяемыми?
9. Какую роль играет теория подобия в исследовании технологических процессов? Вопросы по гидромеханическим процессам
10. Какие процессы включает в себя гидромеханические процессы химической технологии?
11. Что является движущей силой гидромеханических процессов?
12. Какие критерии входят в критериальное уравнение, эквивалентное уравнению Навье-токса?
13. Какие критерии гидромеханического подобия существуют?
14. В чём физический смысл гидромеханических критериев подобия?
15. Какие неоднородные системы существуют?
16. Какие силы учитываются в уравнении гравитационного осаждения одиночной частицы?
17. Какие факторы влияют на скорость гравитационного осаждения одиночной частицы?
18. Какими критериями подобия описывается процесс гравитационного осаждения?
19. В поле каких физических сил можно провести гидромеханический процесс осаждения?
20. В каких технологических режимах можно осуществлять фильтрацию? Приведите примеры фильтров, работающих в этих режимах.
21. Что обеспечивает режим постоянной скорости фильтрации в фильтр-прессах?
22. Каким образом создаётся поле центробежных сил в циклоне и центрифугах?
23. Каков физический смысл центробежного фактора разделения?
24. Как и во сколько раз изменится величина центробежного фактора разделения при увеличении частоты вращения в два раза?
25. В каком случае применяется мультициклон?
26. Каковы основные преимущества и недостатки псевдооживленного слоя?
27. Какова физическая причина перехода неподвижного слоя твердых зернистых частиц в псевдооживленное состояние?
28. Что представляет собой кривая псевдооживления?
29. Чем объясняется постоянство сопротивления слоя при режиме псевдооживления?
30. Каким образом определяется скорость начала псевдооживления?
31. Для разделения каких дисперсных систем применяют процесс электроосаждения?
32. Какие виды ионизации существуют?
33. Почему возникает разряд у коронирующего электрода?
34. Почему коронирующие электроды в электрофильтрах делают отрицательными?
35. Для каких целей в технологических процессах применяют перемешивание в жидких средах?
36. Какие способы перемешивания в жидких средах существуют?
37. Что такое интенсивность и эффективность перемешивания?
38. Какие основные типы мешалок применяются при механическом перемешивании?
39. От какого геометрического размера и в какой степени зависит мощность мешалки?
40. Какие существуют способы передачи тепла?
41. В чём состоит различие между переносом теплоты конвекцией и теплопроводностью?
42. Какие критерии подобия используются для описания процесса конвективного

- переноса тепла?
43. В чём заключается процесс теплопередачи?
 44. Какова формулировка закона теплопроводности Фурье?
 45. От каких факторов зависит коэффициент теплопроводности?
 46. Какова формулировка закона теплоотдачи Ньютона?
 47. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи?
 48. Каким образом рассчитывается поверхность теплообмена теплообменника?
 49. Почему для нагрева часто используется насыщенный водяной пар?
 50. В аппаратах какого типа осуществляется нагревание острым паром?
 51. В аппаратах какого типа осуществляется нагревание глухим паром?
 52. Что понимается под «жесткими» условиями нагрева?
 53. Почему нагревание охлаждающей воды в теплообменнике допускается не более 60°C ?
 54. Какие способы конденсации применяют в технике?
 55. Какой способ поверхностной конденсации – капельная или пленочная – наиболее эффективен и почему?
 56. Из каких слагаемых складывается высота барометрической трубы?
 57. Что такое процесс выпаривания?
 58. С какой целью в греющих камерах выпарных аппаратов создается циркуляция раствора?
 59. С какой целью создаются многокорпусные выпарные аппараты?
 60. Каким образом определяется общая разность температур в процессах выпаривания?
 61. Как определяется полезная разность температур в процессах выпаривания?
 62. Какие температурные потери наблюдаются при выпаривании?
 63. Каким образом определяются предельное и рациональное число корпусов в установках многократного выпаривания?
 64. Какова цель применения конденсатоотводчиков?
 65. Как определяется физический смысл холодильного коэффициента?
 66. Какие рабочие циклы могут осуществляться в парокомпрессионных холодильных установках?
 67. Что называют холодильным коэффициентом?
 68. Что является движущей силой массообменных процессов?
 69. С какой целью модифицируется основное уравнение массопередачи?
 70. Какие законы описывают равновесие в системах жидкость-газ и жидкость-пар?
 71. Как формулируется первый закон Фика?
 72. От чего зависит коэффициент молекулярной диффузии?
 73. Как формулируется закон массоотдачи Шукарева?
 74. От чего зависит коэффициент массоотдачи?
 75. Чем отличается массоотдача от массопередачи?
 76. Какие критерии подобия описывают процессы массообмена?
 77. Каким образом определяется движущая сила массопередачи?
 78. В чем отличие хемосорбции от физической абсорбции?
 79. Какие условия интенсифицируют процесс абсорбции?
 80. Чем характеризуется точка азеотропы?
 81. Что такое флегмовое число?
 82. Как влияет флегмовое число на диаметр, высоту и рабочий объём ректификационной колонны?
 83. Какова движущая сила процесса ректификации при минимальном флегмовом числе?
 84. Каково назначение насадки в колонной аппаратуре?
 85. Какие гидродинамические режимы реализуются в насадочных массообменных аппаратах в зависимости от скорости газа?
 86. Из каких слагаемых складывается сопротивление тарельчатой колонны?
 87. От чего зависит коэффициент массопроводности?

88. Какие способы жидкостной экстракции существуют?
89. Какие существуют виды связи влаги в материале?
90. В чём состоят различия между конвективной и кондуктивной сушкой?
91. Перечислите основные параметры влажного воздуха как сушильного агента?
92. В чем отличие I и II периода сушки?
93. В каких случаях целесообразно применение сушилок с частичной рециркуляцией сушильного агента?
94. В чем отличие динамической от статической активности адсорбента?
95. Какие параметры процесса адсорбции связывает между собой уравнение Шилова?
96. Какова область применения ионообменных процессов?
97. Какие основные способы кристаллизации существуют?
98. В чем суть изогидрической кристаллизации?
99. В чём заключается сущность процесса мембранного разделения?
100. Какова область применения мембранных процессов?
101. Что такое процесс обратного осмоса?
102. Какие основные типы мембранных аппаратов существуют?

Критерии и шкала оценивания зачета с оценкой

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
4	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
3	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
2	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

