

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование химических и нефтехимических предприятий

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по курсам

| Семестр | 4 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | Экзамен | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 8 | 8 |
| Лабораторные | - | - |
| Практические | 32 | 32 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | - | - |
| Промежуточная аттестация | 0,35 | 0,35 |
| Контактная работа | 40,35 | 40,35 |
| Самостоятельная работа | 68 | 68 |
| Контроль | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

Профессор, доцент, к.т.н., Гончаров В.С.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.04.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 1 от «29» августа 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование знаний необходимых для разработки и проектирования технологий подготовки и переработки углеводородного сырья.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Технологическое и аппаратное оформление современных процессов химической технологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4», «Производственная практика (преддипломная практика)».

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-4: Разработка и сопровождение технологического процесса при производстве продуктов тонкого органического синтеза | ПК-4.1 Разработка и внедрение технологического процесса для производства продуктов тонкого органического синтеза | Знать: ~ технологию глубокой переработки нефти; ~ типовые технологические процессы нефтехимии; ~ основы теории тепло- и массопередачи, типовые процессы и аппараты химической технологии; ~ способы предупреждения аппаратов от разрушения; ~ методы физико-химического разделения и транспортировки газовых, жидких и твердых систем; ~ программы для расчетов и обработки экспериментальных данных в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза. |
| | | Уметь: ~ организовывать работу персонала для проведения исследований в области технологии основного органического и нефтехимического синтеза, разрабатывать планы и |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|---|--|
| | | программы проведения научных исследований для коллектива. |
| | | Владеть: ~ основными приемами разработки программ и индивидуальных заданий исполнителям для выполнения научных исследований, основными приемами обеспечения безопасности коллектива при выполнении исследований. |
| | ПК-4.2 Разработка технологической документации при производстве продуктов тонкого органического синтеза | Знать: ~ типовые технологические процессы нефтехимии; ~ основы теории тепло- и массопередачи, типовые процессы и аппараты химической технологии; ~ способы предупреждения аппаратов от разрушения; ~ методы физико-химического разделения компонентов. |
| | | Уметь: ~ разрабатывать технологическую документацию при производстве продуктов тонкого органического синтеза, задания для исполнителей при проведении исследований в области оборудования химических и нефтехимических предприятий. |
| | | Владеть: ~ приемами и методами разработки технологической документации для проведения научных исследований и технических разработок, при производстве продуктов тонкого органического синтеза. |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1. Оборудование химических и нефтехимических предприятий. | Лек1 | Металлы, применяемые для изготовления оборудования для химических и нефтехимических предприятий: углеродистые и легированные стали, чугун, цветные металлы. Легирующие элементы и добавки к сталям. Влияние температуры и агрессивности среды на свойства металлов. Коррозионная стойкость металлов и сплавов | 4 | 2 | – | – | |
| | Лек2 | Теплообменные аппараты: назначение, применение. Сепараторы. Типы. Устройство. Аппараты для проведения холодильных процессов. Пеногенераторы. Принцип действия циклонов для улавливания пыли. Область применения ротационных выпарных аппаратов | 4 | 2 | – | – | |
| | Пр1 | Расчет необходимой поверхности теплообмена и расхода воды при прямотоке и противотоке | 4 | 8 | – | – | Отчет по Пр1 |
| | Пр2 | Расчет необходимой поверхности теплообмена и геометрических размеров одноходового кожухотрубчатого теплообменника | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр2 |
| | СР | Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к промежуточной аттестации | 4 | 20 | – | – | - |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Лек3 | Назначение трубчатых печей. Основные элементы печей. Характеристики печей. Классификация насосов. Типы и назначение. Оборудование для перекачки нефти. Магистральные трубопроводы. Технологические характеристики. Виды и назначение емкостных аппаратов. Запорная и регулировочная арматура | 4 | 2 | – | – | |
| | Лек4 | Классификация реакционных аппаратов. Технологические характеристики. Основные особенности реакторов для газовых реакций на твердом катализаторе. Конструкция реакторов для псевдоожиженного слоя катализатора. Технология «псевдоожиженного слоя». Новые материалы | 4 | 2 | – | – | |
| | Пр3 | Расчет необходимой длины песколовки | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр3 |
| | Пр4 | Расчет параметров отстойника для разделения водной суспензии | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр4 |
| | Пр5 | Расчет мощности, потребляемой центрифугой типа АГ, АОТ | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр5 |
| | Пр6 | Расчет расхода греющего пара в выпарных установках | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр6 |
| | Пр7 | Расчет числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия | 4 | 4 | – | – | Отчет по Пр7 |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|-----------------|--------------------|--|---------|------------|-------|----------------|--|
| | СР | Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по практическим занятиям Подготовка к итоговому тестированию | 4 | 48 | – | – | |
| | Контроль | Подготовка к экзамену | 4 | 35,65 | – | – | |
| | ПА | Экзамен (в тестовой форме) | 4 | 0,35 | – | | Экзамен |
| Итого: | | | | 144 | | | |

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология очного и дистанционного обучения, включающая лекции, практические занятия и тестирование, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практическое занятие с решением прикладных задач, проводится обсуждение результатов деятельности.

При подготовке к ответам на тесты по темам курса и выполнению типовых заданий студенту необходимо тщательно изучить предлагаемую литературу, учебный материал.

Студент самостоятельно работает с дополнительной и основной литературой, Интернет-ресурсами.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

При освоении темы необходимо:

1. Изучить учебный материал по дисциплине «Оборудование химических и нефтехимических предприятий», с использованием лекционного материала, ЭБС и библиотечного фонда.

2. Акцентировать внимание на существующих материалах для изготовления оборудования, эксплуатации его в процессах нефтехимии, угрозах, возникающих для обслуживающего персонала.

Вопросы для самостоятельной работы студентов:

- ~ Материалы, применяемые для изготовления технологических аппаратов
- ~ Влияние температуры и агрессивности среды на свойства металлов и их сплавов.
- ~ Поведение конструкционных материалов при повышенных и пониженных температурах.
- ~ Коррозионные агрессивные среды для оборудования
- ~ Повреждение аппаратов в результате химической и электрохимической коррозии.
- ~ Общая классификация аппаратов подготовки и переработки нефти и газа.

Основные особенности реакторов для газовых реакций на твердом катализаторе

- ~ Огнезадерживающие устройства. Классификация и принцип действия.
- ~ Высокотемпературные печи. Устройство. Принцип действия.

3. Выполнение практических занятий должно быть оформлено в текстовом редакторе совместимом с Microsoft Word (с расширением файла – doc/docx) и включать в себя:

- ~ наименование и вариант работы;
- ~ исходные данные;
- ~ описание предлагаемого решения;
- ~ общее заключение по результатам работы.

Файл называть: Ф.И.О. _№ Группы_ ОХиНП _№Задания.

4. **Итоговое тестирование по курсу** – 40 вопросов в тесте.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|---|--|
| 4 | ПК-4.1 ПК-4.2 | Отчеты по практическим занятиям №1-7 в электронном виде. Итоговое тестирование. Вопросы к зачету №1-№82. |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Практические занятия

(наименование оценочного средства)

Практическое занятие №7. Расчет числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия

Цель работы: закрепить знания по массообменным процессам, приобрести практические навыки расчета числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия для разделения смеси метиловый спирт – вода.

Принадлежности: персональный компьютер с доступом к сети Интернет, ПО Microsoft Office, раздаточный материал.

Алгоритм выполнения задания:

1. Изучить лекционный и раздаточный материал.
2. Выполнить задание по предложенному варианту (таблицы 1, 2):
2.1. Определить число тарелок и высоту ректификационной колонны непрерывного действия для разделения под атмосферным давлением смеси метиловый спирт – вода. Массовая доля низкокипящего компонента в исходной смеси x_F , в дистилляте – x_d , в кубовом остатке – x_w . КПД тарелок принять равным – η , коэффициент избытка флегмы – β . Расстояние между тарелками равно h . Колонна обогревается глухим паром.

2.2. Начертить схему ректификационной установки непрерывного действия, описать принцип работы и сущность процесса, происходящего на каждой тарелке ректификационной колонны.

3. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию.

Таблица 1 – Значения величин β и η

| № варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| β | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| $\eta \cdot 10^2$ | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 50 | 55 | 60 | 75 |

Таблица 2 – Значения величин x_F , x_d , x_w , h

| № варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x_F , % | 26 | 27 | 28 | 29 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| x_d , % | 70 | 73 | 75 | 80 | 60 | 63 | 65 | 68 | 70 | 74 |
| x_w , % | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| $h \cdot 10^{-1}$, м | 23 | 25 | 28 | 27 | 30 | 31 | 34 | 25 | 27 | 30 |

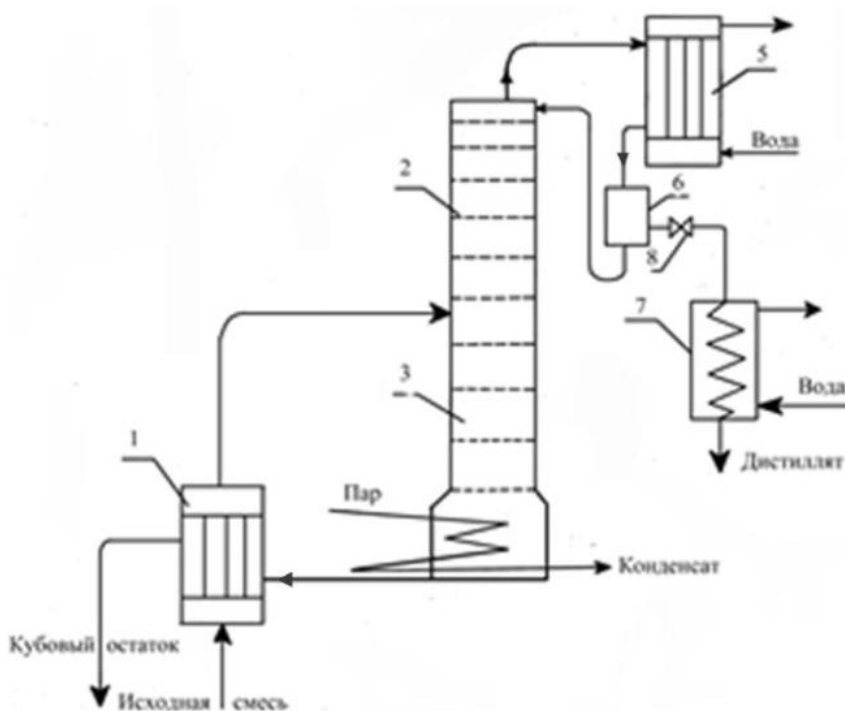
Примечание. Построение кривой равновесия в координатах $y - x$ и графическое определение числа тарелок в колонне выполнить на миллиметровой бумаге.

Пример решения задачи

Изобразим схему ректификационной установки непрерывного действия (рисунок 1)

Смесь подается в среднюю часть колонны через теплообменник 1, обогреваемый кубовым остатком или паром. В верхней части колонны 2, расположенной выше точки ввода смеси, происходит укрепление паров. В нижней части колонны 3, расположенной ниже точки ввода смеси, происходит исчерпывание низкокипящего компонента из жидкости. Из исчерпывающей части колонны жидкость стекает в кипятильник (куб) 4, обогреваемый паром. В кипятильнике образуются пары, поднимающиеся вверх по колонне; остаток непрерывно отводится из куба. Пары, выходящие из укрепляющей части колонны, поступают в дефлегматор 5, откуда флегма возвращается в колонну, а дистиллят направляется в холодильник 7.

Таким образом, по всей высоте колонны на каждой тарелке обеспечивается контакт пара с жидкостью, которые содержат оба компонента- высококипящий и низкокипящий. Сущность процесса, происходящего на каждой тарелке ректификационной колонны заключается при этом в следующем: пар, поднимающийся снизу-вверх на тарелке барботирует через слой жидкости. При таком контакте происходит охлаждение пара, вследствие чего некоторая часть его конденсируется, причем в большей мере происходит конденсация высококипящего компонента. За счёт конденсации части пара происходит его укрепление низкокипящем компонентом (повышение его концентрации в паре), а жидкости – высококипящим компонентом. Но частичная конденсация пара ведёт к выделению из него некоторого количества теплоты, которое идёт на нагревание жидкости. Такое нагревание жидкости приводит к переходу некоторой её части в парообразное состояние, причём в большем количестве в пар из жидкости переходит низкокипящий компонент. Происходит повторное укрепление пара низкокипящим компонентом, а жидкости – высококипящим.



1 – теплообменник; 2 – укрепляющая часть колонны; 3 – исчерпывающая часть колонны; 4 – кипятильник; 5 – дефлегматор; 6 – распределительный стакан; 7 – холодильник; 8 – вентиль регулирующий

Рисунок 1 – Схема ректификационной установки непрерывного действия

Для построения кривой равновесия (рисунок 2) используем равновесные составы жидкости и пара для бинарной системы метиловый спирт – вода.

Выражают концентрации исходной смеси, дистиллята и кубового остатка в мольных долях, для чего пользуются формулой:

$$x = \frac{\frac{a}{M_{\text{CH}_3\text{OH}}}}{\frac{a}{M_{\text{CH}_3\text{OH}}} + \frac{100-a}{M_{\text{H}_2\text{O}}}}, \quad (1)$$

где x – мольная доля низкокипящего компонента в смеси;
 a – весовой процент низкокипящего компонента в смеси;

$M_{\text{CH}_3\text{OH}}$ – молекулярный вес низкокипящего компонента (метанола) в смеси,
 $M_{\text{CH}_3\text{OH}} = 32$;

$M_{\text{H}_2\text{O}}$ – молекулярный вес высококипящего компонента (воды) в смеси, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$.

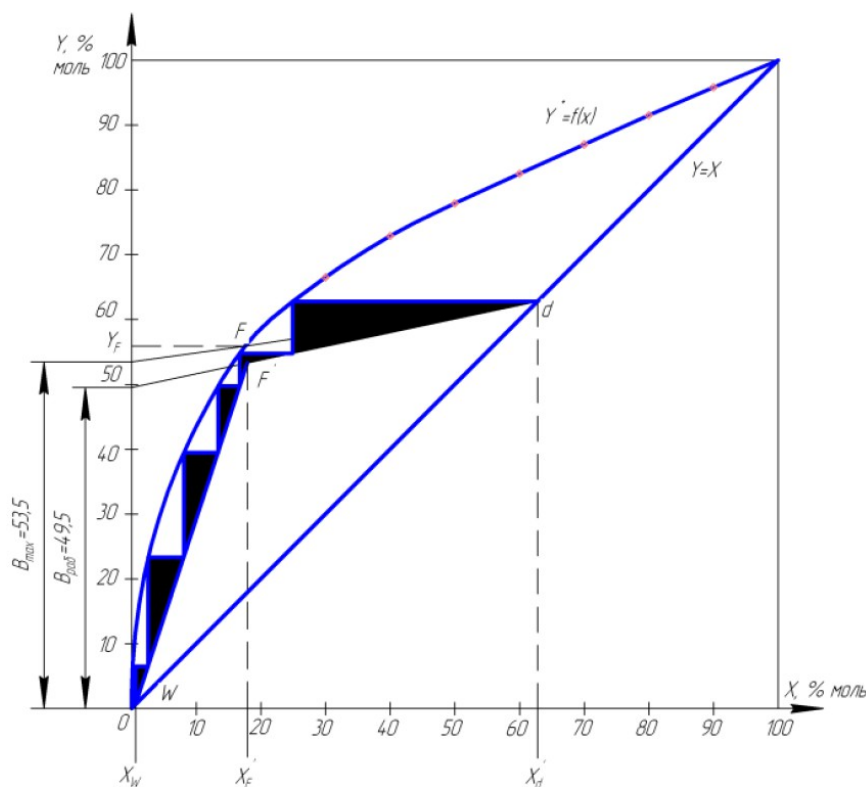


Рисунок 2 – Кривая равновесия

По формуле (1):

$$x_F = \frac{\frac{28}{32}}{\frac{28}{32} + \frac{100-28}{18}} = 0,179,$$

$$x_D = \frac{\frac{75}{32}}{\frac{75}{32} + \frac{100-15}{18}} = 0,628,$$

$$x_W = \frac{\frac{1,2}{32}}{\frac{1,2}{32} + \frac{100-1,2}{18}} = 0,00678.$$

Откладываем значения x_F , x_D , x_W на оси ординат и из точек x_D и x_W восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с диагональю равновесия соответственно в точках W и D . Из точки x_F восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой равновесия $y^* = f(x)$ в точке F .

Минимальное флегмовое число определяем графически и аналитически.

Для графического определения R_{\min} из точки D проводим прямую через точку F до пересечения с осью ординат. Отрезок B_{\max} , отсекаемый на оси ординат равен:

$$(D_{\text{тр}})_I = D_{\text{тр}} + D'_{\text{тр}} = 2,131 + 3,4 = 5,531 \text{ кг/с.}$$

2. Расчёт установки с отбором экстра-пара.

В этом варианте расход греющего пара будет определяться как расход на последний подогреватель и на 1-й корпус выпарной установки.

Расход греющего пара на последний подогреватель:

$$B_{\max} = \frac{x_D}{R_{\min} + 1} = 53,5,$$

откуда

$$R_{\min} = \frac{x_D}{B_{\max}} - 1 = \frac{62,8}{53,5} - 1 = 0,174.$$

Определяем R_{\min} по аналитической формуле:

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F},$$

(16)

где y_F^* – состав пара, равновесный составу питательной смеси, определяется по $y - x$

диаграмме.

По формуле (16):

$$R_{\min} = \frac{62,8 - 56}{56 - 17,9} = 0,178.$$

Как видно значения R_{\min} , определённые графически и аналитически совпадают.

Рабочее флегмовое число:

$$R_{\text{раб}} \bullet R_{\min} \approx 0,178 \approx 1,5 \bullet 0,268.$$

Отрезок $B_{\text{раб}}$, отсекаемый рабочей линией укрепляющей части колонны на оси ординат диаграммы равновесия, определим по формуле:

$$B_{\text{раб}} = \frac{x_D}{R_{\text{раб}} + 1} = \frac{62,8}{0,268 + 1} = 49,5 \text{ \%}.$$

Откладывая значение $B_{\text{раб}}$ на оси ординат, проводим линию DK . Её пересечение с перпендикуляром, восстановленным из точки x_F даёт точку F_{\square} . Соединяем точку F_{\square} с точкой W .

Линии: WF – рабочих концентраций исчерпывающей части колонны; F – рабочих концентраций укрепляющей колонны.

Между линиями рабочих концентраций и равновесной линией вписываем ступени изменения концентраций. Их число равно $n_T = 6$ шт. Действительное число ступеней изменения концентраций (действительное число тарелок):

$$n_d = \frac{n_T}{\eta} = \frac{6}{0,65} = 9,2 \text{ шт.}$$

Принимаем действительное число тарелок $n_d = 10$ шт.

Высота ректификационной колонны (без кубовой части) равна:

$$H \approx (n_d + 1)h \approx (10 + 1) \cdot 0,28 \approx 2,92 \text{ м.}$$

5. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию в электронном виде.

Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.

«не зачтено» – отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

| № п/п | Вопросы |
|-------|--|
| 1 | Классификация основных химико-технологических процессов. |
| 2 | Теоретические основы технологии переработки нефти. |
| 3 | Теплообменные аппараты типа «труба в трубе». |
| 4 | Материальный, энергетический балансы. Понятие движущей силы. Физическое и математическое моделирование. |
| 5 | Геометрическое подобие аппаратов (систем). Подобие физических величин. Временное подобие. Подобие начальных граничных условий. |
| 6 | Теплообменные аппараты: типы, различия |
| 7 | Теплообменные аппараты: назначение, применение |
| 8 | Типы механических мешалок. Схема подбора мешалок. |
| 9 | Общая характеристика тепловых процессов. Основные уравнения теплопередачи (уравнение переноса тепла). |
| 10 | Теплообменник со спиральной перегородкой. |
| 11 | Теплопроводность. Закон Фурье. |
| 12 | Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. |
| 13 | Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. В чем разница теплоотдачи при свободном движении жидкости при вынужденном движении жидкости. |
| 14 | Виды теплообменных аппаратов. |
| 15 | Нагревание. Виды нагрева. |
| 16 | Охлаждение. Виды охлаждения. |

| | |
|----|--|
| 17 | Циклонные теплообменники. |
| 18 | Блочные графитовые теплообменники. |
| 19 | Погружные змеевиковые теплообменники. |
| 20 | Конденсация. Основные закономерности процесса. |
| 21 | Насадочные массообменные аппараты. |
| 22 | Струйно-направленные (чешуйчатые) тарелки. |
| 23 | Клапанные тарелки. |
| 24 | Решетчатые тарелки провального типа. |
| 25 | Ситчатые тарелки с отбойными элементами. |
| 26 | Тарелки с S-образными элементами. |
| 27 | Колпачковые тарелки с капсульными колпачками. |
| 28 | Тарельчатые массообменные аппараты. |
| 29 | Экстракционные аппараты для систем жидкость-жидкость |
| 30 | Физическая сущность массопередачи. Виды массообменных процессов. Понятие «равновесие». |
| 31 | Рабочая линия процесса массопередачи, ее расположение по отношению к равновесной линии в различных видах массопередачи. |
| 32 | Уравнение рабочей линии массопередачи. Всегда ли рабочая линия прямая (кривая)? |
| 33 | Движущая сила массопередачи. Каким образом она влияет на скорость процесса. В аппаратах «идеального вытеснения» или «идеального смешения» выше движущая сила и почему? |
| 34 | Абсорбция, ее функция, сущность. Равновесная и рабочая линия. Десорбция. |
| 35 | Аппараты для проведения процесса абсорбции. Преимущества и недостатки каждого типа аппарата. |
| 36 | Пути и способы повышения скорости и полноты абсорбции. |
| 37 | Ректификация. Ее принципиальные отличия от простой перегонки. Основные допущения, принятые для упрощения расчетов. |
| 38 | Общая классификация гидромеханических процессов. Материальный баланс процессов разделения. |
| 39 | Осаждение под действием силы тяжести. Применяемые аппараты. |
| 40 | Осаждение под действием центробежной силы. Применяемые аппараты. |
| 41 | Осаждение под действием электрического поля. Применяемые аппараты. |
| 42 | Фильтрация. Физическая сущность процесса. Основные кинетические уравнения фильтрации. |
| 43 | Виды фильтров. |
| 44 | Мокрая очистка газов |
| 45 | Перемешивание в жидкой среде. Область применения. Способы перемешивания. |
| 46 | Адсорбция. Основные понятия и область применения. |
| 47 | Псевдоожижение твердого зернистого материала. |
| 48 | Принципиальные схемы адсорбционных процессов. |
| 49 | Сушка. Физическая сущность и области применения. Равновесие в процессах сушки. |
| 50 | Виды сушки. Основные диаграммы. |
| 51 | Аппаратурное оформление процессов сушки. |
| 52 | Процессы мембранного разделения смесей. |
| 53 | Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на процесс разделения. |
| 54 | Аппараты для мембранного разделения смесей. |
| 55 | Искусственное охлаждение. Компрессионные, абсорбционные, парозжекторные холодильные машины |
| 56 | Искусственное охлаждение. Глубокое охлаждение. Циклы высокого, среднего и низкого давления. |
| 57 | Материальный баланс однокорпусного выпаривания. |

| | |
|----|--|
| 58 | Выпаривание. Основные закономерности процесса и аппаратурное оформление. |
| 59 | Тепловой баланс однокорпусного выпаривания. |
| 60 | Схемы многокорпусных вакуум-выпарных установок. |
| 61 | Материальный баланс многокорпусного выпаривания. |
| 62 | Тепловой баланс многокорпусного выпаривания. |
| 63 | Ректификация. Ее принципиальные отличия от простой перегонки. Основные допущения, принятые для упрощения расчетов. |
| 64 | Роторно-пленочный аппарат. |
| 65 | Аппараты с принудительной циркуляцией. |
| 66 | Аппараты с подвесной греющей камерой. |
| 67 | Аппараты с вынесенной циркуляционной трубой. |
| 68 | Аппараты с вынесенной греющей камерой. |
| 69 | Аппараты с встроенной греющей камерой и центральной циркуляционной трубой. |
| 70 | Общая классификация гидромеханических процессов. Материальный баланс процессов разделения. |
| 71 | Назначение установки ЭЛОУ-АТ. |
| 72 | Классификация насосов. Типы и назначение. |
| 73 | Высокотемпературные печи. Устройство. Принцип действия. |
| 74 | Назначение трубчатых печей. Основные элементы печей. |
| 75 | Принцип работы трубчатой печи. Типы горелок. |
| 76 | Трубчатые печи: технологические и технические признаки. |
| 77 | Оборудование для перекачки нефти. Магистральные трубопроводы. Технологические характеристики. |
| 78 | Аппаратурное оформление процесса экстракции. Показать в каких случаях применяется тот или иной аппарат. |
| 79 | Кристаллизация. Основные понятия, графические зависимости. |
| 80 | Кристаллизация. Разновидности процесса. Аппараты для его осуществления. |
| 81 | Тепловой расчет конденсатора смешения. |
| 82 | Сепараторы для брызг и капель раствора. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|---|-------------------------|--|
| 4 | Экзамен (в тестовой форме) | «Отлично» | выставляется студенту, если по результатам тестирования – правильно отвечает на 40 вопросов теста из 40. |
| | | «Хорошо» | выставляется студенту, если по результатам тестирования – правильно отвечает на 30 вопросов теста из 40. |
| | | «Удовлетворительно» | выставляется студенту, если по результатам тестирования – правильно отвечает на 20 вопросов теста из 40. |
| | | «Неудовлетворительно» | студент отвечает правильно менее, чем на 20 вопросов теста. |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|-------------------------------|---|---|-------------|--|
| 1 | Сарданашвили А.Г., Львов А.И. | Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа | учебное пособие | 2018 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Румянцева Т. А., Галанин Н.Е. | Химия и технология процессов вторичной переработки нефти | учебное пособие | 2019 | ЭБС «Лань» |
| 3 | Карпов К. А. | Технологическое прогнозирование развития производств нефтегазохимического комплекса | учебник | 2022 | ЭБС «Лань» |
| 4 | Тупикин Е.И. | Общая нефтехимия | учебное пособие | 2021 | ЭБС «Лань» |
| 5 | Потехин В.М. | Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки | учебник | 2022 | ЭБС «Лань» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---|--|---|-------------|--|
| 1 | Арабов М.Ш., Арабова З.М., Максименко Ю. А. | Оборудование и инженерные сооружения для бурения, добычи и подготовки нефти и газа на море | учебное пособие | 2020 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Белозерова О.В. | Химия нефти и газа | учебное пособие | 2019 | ЭБС «Лань» |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://www.sciencedomain.org/archives.php?iid=1160&id=16> - архив рецензируемого журнала American Chemical Science Journal, посвященного общим вопросам химии в следующих предметных областях: органическая химия, неорганическая химия, физическая химия, промышленная химия, химическая технология, аналитическая химия, медицинская химия, супрамолекулярная химия высокомолекулярных соединений и нанохимия и др. прикладных дисциплинах химической науки.

<http://www.epo.org/searching/free.html> - библиотека патентов

<https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf> - поиск по международным и национальным патентным фондам, поиск как на русском, так и на других языках.

Бутлеровские сообщения. Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

Химия в интересах устойчивого развития. В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

Oriental Journal Of Chemistry. Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

Теоретические основы химической технологии. Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

Chemical and Process Engineering Research. Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>

Journal of Advanced Chemical Engineering. Научный рецензируемый и реферируемый журнал открытого доступа. Страна: Египет. Язык: английский. Публикует оригинальные исследования, обзорные статьи, короткие сообщения в области химического машиностроения, современных материалов, биохимии. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.ashdin.com/journals/published.aspx?jid=jace>

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|----------|--|---|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |
| 3 | Mirapolis Human Capital Management | лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022 |
| 4 | MathCAD версия 14 или 15 | Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|---|
| 1 | Лаборатория «Процессов и АХП». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-118). | Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-306) | Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева . |
| 3 | Лаборатория «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». | Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|--|
| | <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)</p> | <p>проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве., установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу</p> |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Столы, стулья, компьютеры |