

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.03

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---|--------|---|------------------|---|-----------------|---|---|--|---|-------|
| Количество ЗЕТ | 6 | | | | | | | | | | | |
| Часов по РУП | 216 | | | | | | | | | | | |
| Виды контроля в семестрах: | Экзамены | | Зачеты | | Курсовые проекты | | Курсовые работы | | | Контрольные работы (для заочной формы обучения) | | |
| | 3 | | – | | – | | – | | | – | | |
| | №№ семестров | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | А | В | Итого |
| ЗЕТ по семестрам | | | 6 | | | | | | | | | 6 |
| Лекции | | | 8 | | | | | | | | | 8 |
| Лабораторные | | | | | | | | | | | | |
| Практические | | | 48 | | | | | | | | | 48 |
| Контактная работа | | | 56 | | | | | | | | | 56 |
| Сам. работа | | | 124 | | | | | | | | | 124 |
| Контроль | | | 36 | | | | | | | | | 36 |
| Итого | | | 216 | | | | | | | | | 216 |

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология»
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ФГОС ВО)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☒

Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Химия, химические процессы и технологии» (протокол заседания № 1 от 06 сентября 2018 г.).

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Срок действия рабочей программы дисциплины до 06 сентября 2021 г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Химия, химические процессы и технологии»
(разработавшей РПД)

«__» _____ 20__ г. _____
(подпись)

Г.И. Остапенко
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)
Б1.В.03 Дополнительные главы процессов и аппаратов химической
технологии

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель – формирование у студентов базы теоретических знаний в области процессов химической технологии и аппаратов для их осуществления.

Задачи:

1. Рассмотреть физические, физико-химические, гидромеханические, тепловые основы процессов химической технологии.
2. Сформировать представления об особенностях конструкции химических аппаратов и оборудования.
3. Закрепить умения и навыки расчёта химического оборудования.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Дополнительные главы технологии нефтехимического синтеза»; «Моделирование технических систем»; «Химия и технология элементоорганических мономеров».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Современные технологии получения мономеров»; «Основы технологий получения азотсодержащих органических соединений».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Формируемые и контролируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|--|
| способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению | Знать: – основы новых методов исследования в области химической технологии. |

| | |
|--|---|
| новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-5) | Уметь: – самостоятельно получать знания в области химической технологии. |
| | Владеть: – способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля в области химической технологии. |
| способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3) | Знать: – современное оборудование и приборы в области химической технологии. |
| | Уметь: – анализировать устройство и принципы работы современного оборудования и приборов в области химической технологии. |
| | Владеть: – навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в области химической технологии. |
| готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5) | Знать: – ГОСТ Р15.011–96 «Патентные исследования» |
| | Уметь: – проводить патентный поиск в области процессов химической технологии и оборудования для их проведения. |
| | Владеть: – методикой оформления заявок на патенты |
| способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1) | Знать: – физико-химические закономерности проведения основных процессов химической технологии. |
| | Уметь: – разрабатывать на основе этих знаний планы и программы проведения научных исследований и технических разработок. |
| | Владеть: – методами организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы, методиками планирования, подготовки и осуществления экспериментов. |
| готовность к поиску, обработке, анализу и | Знать: – основные методики поиска научно- |

| | |
|---|---|
| систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2) | исследовательской информации в области процессов и аппаратов химической технологии. |
| | Уметь: – осуществлять систематизацию, обработку и анализ научно-технической информации в области процессов и аппаратов химической технологии. |
| | Владеть: – способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области процессов и аппаратов химической технологии. |
| способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3) | Знать: – современные приборы и методики исследований в области процессов химической технологии. |
| | Уметь: – организовывать проведение экспериментов и испытаний аппаратов химической технологии. |
| | Владеть: – методами обработки и анализа экспериментальных данных. |

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

| Раздел, модуль | Подраздел, тема |
|--|---|
| 1. Гидромеханические процессы и аппараты для их проведения | Типовые процессы химической технологии. Элементы гидромеханики и технической гидравлики. Основные характеристики потоков. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Насосы и компрессоры. |
| 2. Тепловые процессы и аппараты для их проведения | Тепловой баланс. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа. Конвективный перенос теплоты. Области применения, сравнительные характеристики и выбор конструкции теплообменников. |
| 3. Массообменные процессы и аппараты для их проведения | Статика и кинетика массообменных процессов. Фазовое равновесие. Способы переноса массы. Молекулярная диффузия. Движущая сила массопередачи. Рабочие линии и направление массопередачи. |
| | Процессы абсорбции, ректификации, экстракции и аппараты для их проведения. |

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 6 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии

(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 3

| Раздел, модуль | Подраздел, тема | Виды учебной работы | | | | | | | Необходимые материально- технические ресурсы | Формы текущего контроля (наименов ание оценочног о средства) | Рекоменду емая литератур а (№) |
|--|--|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|--|------------------------|--|---|---|---|
| | | Контактная работа (в часах) | | | | | Самостоятельная работа | | | | |
| | | всего | | | в т.ч. в интерактивно | Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию | в часах | формы организации самостоятельной работы | | | |
| | | лекций | лабораторн ых | практическ их | | | | | | | |
| Модуль 1. Гидромеханически е процессы и аппараты для их проведения | Лекция 1. Типовые процессы химической технологии. Элементы гидромеханики и технической гидравлики. Основные характеристики потоков. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Насосы и компрессоры | 2 | | | | Лекция с элементами дискуссии | 1 | | Мультимедийная аудитория. | | [1-4] |
| | Практическое занятие 1. Основы гидравлики | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 2. Расчет насоса | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 3. Расчёт вентилятора | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| Модуль 2. Тепловые процессы и аппараты для их проведения | Лекция 2. Тепловой баланс. Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа. Конвективный перенос теплоты. | 2 | | | | Лекция с элементами дискуссии | 1 | | Мультимедийная аудитория. | | [1-4] |

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|---|----|---|------------------------------------|--------------------------------|-------|
| | Области применения, сравнительные характеристики и выбор конструкции теплообменников | | | | | | | | | | |
| | Практическое занятие 4. Тепловые процессы | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 5. Расчёт пластинчатого теплообменника | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 6. Расчёт кожухотрубчатого теплообменника | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| Модуль 3. Массообменные процессы и аппараты для их проведения | Лекция 3. Статика и кинетика массообменных процессов. Фазовое равновесие. Способы переноса массы. Молекулярная диффузия. Движущая сила массопередачи. Рабочие линии и направление массопередачи. | 2 | | | | Лекция с элементами дискуссии | 1 | | Мультимедийная аудитория. | | [1-4] |
| | Практическое занятие 7. Абсорбция | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 8. Расчёт насадочного абсорбера | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 9. Расчёт тарельчатого абсорбера | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Лекция 4. Процессы абсорбции, ректификации, экстракции и аппараты для их проведения | 2 | | | | Лекция с элементами дискуссии | 1 | | Мультимедийная аудитория. | | [1-4] |
| | Практическое занятие 10. Ректификация | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |
| | Практическое занятие 11. Расчет тарельчатой ректификационной колонны | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическому занятию | [1-4] |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-----------|--|-----------|--|---|------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| | Практическое занятие 12. Расчёт распылительной экстракционной колонны | | | 4 | | Практическое занятие с использованием технологий традиционного обучения | 10 | Подготовка отчета по практическому занятию. | Аудитория для практических занятий | Отчет по практическо му занятию | [1-4] |
| Подготовка к экзамену | | | | | | | 36 | | | | |
| Итого: 216 | | 8 | | 48 | | | 124 | | | | |
| | | 56 | | | | | | | | | |

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

| Формы текущего контроля | Условия допуска | Критерии и нормы оценки | |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------|--|
| Отчет по практическим работам | Допускаются все | «зачтено» | Ответ на два теоретических вопроса. Студент владеет материалом не менее чем на 40%, отвечает на дополнительные вопросы |
| | | «не зачтено» | Не отвечает на теоретические и дополнительные вопросы. Студент владеет материалом менее чем на 40%. |

| Форма проведения промежуточной аттестации | Условия допуска | Критерии и нормы оценки | |
|---|-----------------------------------|-------------------------|---|
| экзамен (устно) | Выполнение 12 практических работ. | «отлично» | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры. |
| | | «хорошо» | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры, но ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный. |
| | | «удовлетворительно» | Ответ на теоретический материал по одному из двух вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета близки к теории. |
| | | «неудовлетворительно» | Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос. |

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Вопросы к экзамену

| № п/п | Вопросы |
|-------|---|
| 1 | Основные процессы химической технологии и их кинетические закономерности |
| 2 | Понятие жидкости в гидромеханике. Гидростатика и гидродинамика. Закон Паскаля. |
| 3 | Уравнение неразрывности (сплошности) потока для неустановившегося и установившегося течения. |
| 4 | Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли. |
| 5 | Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. |
| 6 | Дифференциальное уравнение Навье-Стокса. Теория подобия. |
| 7 | Насосы: принцип действия и классификация. |
| 8 | Компрессоры: принцип действия и классификация. |
| 9 | Виды передачи тепла. Основное уравнение теплопередачи. |
| 10 | Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. |
| 11 | Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. |
| 12 | Подобие процессов теплообмена. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. |
| 13 | Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Сложный теплообмен. |
| 14 | Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Зависимость между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. |
| 15 | Определение коэффициента теплопередачи через многослойную стенку. |
| 16 | Процессы нагревания и испарения. |
| 17 | Процессы охлаждения и конденсации. |
| 18 | Конструкции теплообменных аппаратов. |
| 19 | Массообменные процессы, их виды и характеристика. |
| 20 | Фазовое равновесие. Способы выражения составов фаз. |
| 21 | Материальный баланс массообменных процессов. Направление массопередачи. |
| 22 | Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сила |

| | |
|----|--|
| | процесса. |
| 23 | Молекулярная диффузия. Закон Фика. |
| 24 | Конвективная диффузия. Закон Шукарева. |
| 25 | Подобие процессов массопередачи. Взаимосвязь коэффициентов массопередачи и массоотдачи. |
| 26 | Сущность процесса абсорбции. Законы Генри, Дальтона. |
| 27 | Материальный и тепловой балансы процесса абсорбции. |
| 28 | Аппараты для проведения процесса абсорбции. |
| 29 | Сущность процесса ректификации. Закон Рауля. Изображение процесса на t-x-y диаграмме. |
| 30 | Принципиальная схема непрерывно действующей ректификационной установки. |
| 31 | Материальный баланс процесса ректификации. |
| 32 | Построение рабочей линии ректификационной колонны |
| 33 | Экстракция в системе жидкость – жидкость. Диаграмма состояния трёхкомпонентной системы при экстракции. |
| 34 | Аппараты для проведения процесса экстракции. |

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|--------------|---|--|---|
| 1. | Модуль 1. Гидромеханические процессы и аппараты для их проведения | ОК-5, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Отчёты по практическим занятиям |
| 2. | Модуль 2. Тепловые процессы и аппараты для их проведения | ОК-5, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Отчёты по практическим занятиям |
| 3. | Модуль 3. Массообменные процессы и аппараты для их проведения | ОК-5, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Отчёты по практическим занятиям |

9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

9.2.1. Типовые задания для практических занятий (в комплекте 25 вариантов)

Вариант 1.

1. Найти мольную массу и плотность водяного газа при $t = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $p_{\text{абс}} = 1,2\text{ кгс/см}^2$. Состав водяного газа: $\text{H}_2 - 50\%$, $\text{CO} - 40\%$, $\text{N}_2 - 5\%$, $\text{CO}_2 - 5\%$ (по объёму).

Определить режим течения этилового спирта: а) в прямой трубе диаметром $40 \times 2,5\text{ мм}$; б) змеевике, свитом из той же трубы. Диаметр витка змеевика 570 мм . Скорость спирта $0,13\text{ м/с}$, средняя температура $52\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По водопроводной трубе проходит $10\text{ м}^3/\text{ч}$ воды. Сколько воды в 1 ч пропустит труба удвоенного диаметра при той же потере напора на трение? Коэффициент трения считать постоянным. Течение турбулентное.

2. Подобрать насос для перекачивания воды при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ из открытой ёмкости в аппарат, работающий под избыточным давлением $p = 0,2\text{ МПа}$. Расход воды $Q = 0,001\text{ м}^3/\text{с}$. Геометрическая высота подъёма воды 15 м . Длина трубопровода на линии всасывания 10 м , на линии нагнетания 40 м . На линии нагнетания имеются два отвода под углом 120° , десять отводов под углом 90° с радиусом поворота, равным 6 диаметрам трубы, и два нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено два прямооточных вентиля, имеется четыре отвода под углом 90° с радиусом поворота, равным 6 диаметрам трубы. Проверить возможность установки насоса на высоте 4 м над уровнем воды в ёмкости.

3. Подобрать вентилятор для перекачивания воздуха через адсорбер. Расход воздуха $Q = 0,1\text{ м}^3/\text{с}$, температура $t = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Воздух вводится в нижнюю часть адсорбера. Давление исходного воздуха и над слоем адсорбента атмосферное. Сорбент представляет собой частицы, плотность которых $\rho_{\text{т}} = 800\text{ кг/м}^3$, средний размер $d_{\text{ч}} = 0,00205\text{ м}$, фактор формы $\Phi = 0,8$. Высота неподвижного слоя сорбента $0,65\text{ м}$, порозность $\varepsilon = 0,4\text{ м}^3/\text{м}^3$. Внутренний диаметр адсорбера $D = 1,34\text{ м}$. Длина трубопровода от точки забора воздуха до адсорбера составляет 20 м . На трубопроводе имеются четыре колена под углом 90° и одна задвижка.

4. Во сколько раз увеличится термическое сопротивление стенки стального змеевика, свернутого из трубы диаметром $38 \times 2,5\text{ мм}$, если покрыть её слоем эмали толщиной $0,5\text{ мм}$? Считать стенку плоской. Коэффициент теплопроводности эмали $1,05\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Колонна для ректификации жидкого воздуха покрыта слоем тепловой изоляции из шлаковой ваты толщиной 250 мм . Температура жидкости внутри колонны -190°C , температура воздуха в помещении 20°C . Какое количество тепла может проникать из окружающего воздуха в колонну через 1 м^2 поверхности, если пренебречь термическими сопротивлениями со стороны жидкости, окружающего воздуха и металлической стенки колонны?

Вода нагревается в условиях свободного движения. Наружный диаметр горизонтальных греющих труб 76 мм . Определить коэффициент теплоот-

дачи, если температуру поверхности трубы принять равной 45°C . Средняя температура воды 25°C .

5. Выбрать тип, рассчитать и подобрать нормализованный вариант конструкции пластинчатого теплообменника для подогрева $G_2 = 2,2$ кг/с коррозионно-активной органической жидкости от температуры $t_{2\text{н}} = 20^{\circ}\text{C}$ до $t_{2\text{к}} = 80^{\circ}\text{C}$. При средней температуре $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$ эта жидкость имеет следующие физико-химические характеристики: $\rho_2 = 900$ кг/м³, $\mu_2 = 0,000534$ Па·с, $\lambda_2 = 0,458$ Вт/(м·К), $c_2 = 3730$ Дж/(кг·К), $\text{Pr}_2 = 4,35$. Для подогрева использовать насыщенный водяной пар давлением $p_1 = 0,2$ МПа. Температура конденсации $t_1 = 119,6^{\circ}\text{C}$. Характеристики конденсата при этой температуре - в соответствии со справочными данными.

6. Рассчитать и подобрать нормализованный вариант конструкции кожухотрубчатого конденсатора (дефлегматора) для конденсации $G_1 = 1,0$ кг/с смеси паров органической жидкости и паров воды. Удельная теплота конденсации смеси $r_1 = 1180000$ Дж/кг, температура конденсации $t_1 = 66^{\circ}\text{C}$. Физико-химические свойства конденсата при температуре конденсации: $\lambda_1 = 0,219$ Вт/(м·К), $\rho_2 = 757$ кг/м³, $\mu_2 = 0,000446$ Па·с. Тепло конденсации отводить водой с начальной температурой $t_{2\text{н}} = 24^{\circ}\text{C}$.

7. Смешаны два равных объёма бензола и нитробензола. Считая, что объём жидкой смеси равен сумме объёмов компонентов, определить плотность смеси, относительную массовую концентрацию X нитробензола и его объёмную мольную концентрацию C_x .

Воздух с примесью аммиака пропускается через орошаемый водой скруббер, заполненный насадкой из колец с удельной поверхностью $89,5$ м²/м³. Свободный объём насадки $0,79$ м²/м³. Температура абсорбции 28°C , абсолютное давление 1 кгс/см². Среднее содержание аммиака в газовой смеси $5,8\%$ (об.). Массовая скорость газа, отнесённая к полному сечению скруббера, $1,1$ кг/(м²·с). Определить коэффициент массоотдачи для газа, считая, что скруббер работает при плёночном режиме.

8. Рассчитать насадочный абсорбер для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа каменноугольным маслом при следующих условиях: производительность по газу при нормальных условиях $V_0 = 7,3$ м³/с; концентрация бензольных углеводородов в газе при нормальных условиях: на входе в абсорбер $y_{\text{н}} = 47 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; на выходе из абсорбера $y_{\text{к}} = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; содержание углеводородов в поглотительном масле, подаваемом в абсорбер, $x_{\text{н}} = 0,2\%$ (масс.); абсорбция изотермическая, средняя температура потоков в абсорбере $t = 20^{\circ}\text{C}$; давление газа на входе в абсорбер $P = 0,119$ МПа.

9. Рассчитать тарельчатый абсорбер для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа каменноугольным маслом при следующих условиях: производительность по газу при нормальных условиях $V_0 = 7,3$

м³/с; концентрация бензольных углеводородов в газе при нормальных условиях: на входе в абсорбер $y_n = 47 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; на выходе из абсорбера $y_k = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; содержание углеводородов в поглотительном масле, подаваемом в абсорбер, $x_n = 0,2$ % (масс.); абсорбция изотермическая, средняя температура потоков в абсорбере $t = 20$ °С; давление газа на входе в абсорбер $P = 0,119$ МПа.

10. Смесь бензола и толуола кипит при 95°С под давлением 760 мм рт.ст. При 95°С давление насыщенного пара бензола $P_6 = 1167$ мм рт. ст.; давление насыщенного пара толуола $P_T = 480$ мм рт. ст. Найти состав кипящей жидкости, считая, что смесь характеризуется законом Рауля.

Определить диаметр и высоту тарельчатой колонны для разделения смеси метиловый спирт - вода под атмосферным давлением. Расход исходной смеси 3 т/ч (0,84 кг/с). Содержание метилового спирта в питании 40% (мол.), в дистилляте 95% (мол.), в кубовом остатке 5% (мол.). Скорость пара в колонне 0,8 м/с, расстояние между тарелками $H = 300$ мм. Зависимость коэффициента обогащения η от состава жидкости:

| | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 90 |
| η | 0,45 | 0,55 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,78 | 0,80 | 0,80 |

11. Рассчитать ректификационную колонну непрерывного действия с ситчатыми тарелками для разделения под атмосферным давлением 6,5 т/ч жидкой смеси, содержащей 33 % (масс.) бензола и 67 % (масс.) толуола. Требуемое содержание бензола в дистилляте 93 % (масс.), требуемое содержание толуола в кубовом остатке 98 % (масс.). Исходная смесь перед подачей в колонну подогревается до температуры кипения. Греющий пар имеет давление $p_{изб} = 3$ кгс/см².

12. Определить размеры распылительной колонны для извлечения фенола из воды экстракцией бензолом при следующих условиях: расход исходной смеси – 3 м³/ч; начальная концентрация фенола в воде – 0,1 кг/м³; конечная концентрация фенола в воде – 0,03 кг/м³; начальная концентрация фенола в экстрагенте – 0,01 кг/м³; температура в экстракторе – 20 °С.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если им подготовлен полный отчет по выполнению задания, в котором все параметры рассчитаны безошибочно;
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если отчет по выполнению задания не оформлен или содержит отдельные параметры, рассчитанные неправильно либо неточно.

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические занятия и самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на практических занятиях – словесные и практические методы. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины с использованием лекционного курса, *Internet*-ресурсов, информационных баз, специальной учебной и научной литературы.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

| № п/п | Библиографическое описание | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Количество в библиотеке, экз. |
|-------|---|---|-------------------------------|
| 1 | Потехин В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] : учебник для студентов химико-технолог. специальностей вузов / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - 4-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 943 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-93808-287-8. | Учебное пособие | ЭБС «IPRbooks» |
| 2 | Поникаров И. И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс] : примеры и задачи : учеб. пособие / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 716 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2383-5. | Учебное пособие | ЭБС "Лань" |
| 3 | Макаренков Д. А. Процессы и аппараты химических технологий [Электронный ресурс] : основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции : учеб. пособие / Д. А. Макаренков, В. И. Назаров, Е. А. Баринский. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 211 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011431-6. | Учебное пособие | ЭБС «Znanium.com» |
| 4 | Таранцева К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. Р. Таранцева, К. В. Таранцев. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 412 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009258-4. | Учебное пособие | ЭБС «Znanium.com» |

11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

| № п/п | Библиографическое описание | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Количество в библиотеке, экз. |
|-------|---|---|-------------------------------|
| 5 | Романков П. Г. Массообменные процессы химической технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк ; под ред. В. Ф. Фролова. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 438 с. - ISBN 978-5-93808-289-2. | Учебное пособие | ЭБС «IPRbooks» |
| 6 | Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. - [3-е изд., испр.]. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 543 с. : ил. - ISBN 978-5-93808-182-6. | Учебное пособие | ЭБС «IPRbooks» |

- другие фонды:

| № п/п | Библиографическое описание | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.) | Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.) |
|-------|---|--|---|
| 1 | Эпова Т.И., Пономарева Н.Н. Общая химическая технология : методические указания к решению задач / сост.: Т.И. Эпова, Н.Н. Пономарева. – Тольятти: ТГУ, 2016. – 100 с. | учебно-методическое пособие | методический кабинет кафедры (с рецензией кафедры) |

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

(подпись)

А.М. Асаева

(И.О. Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

МП

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- **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>

11.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Количество лицензий | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|-----------------|---------------------|--|
| 1 | Windows | 1398 | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно |
| 2 | Office Standard | 1398 | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

11.5 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий | Перечень основного оборудования | Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|-------|---|---|--|-------------------------|----------------------------|
| 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. | Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, теплопередачи стационарное медиаоборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические. | 445020 Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 Б, позиция по ТП №21, 1 этаж, (А-118) | 62,4 | 24 |
| 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. | Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева. | 445020, Самарская область, г.Тольятти, ул. Белорусская, 16-Б, позиция по ТП № 3, 3 этаж, (А-306) | 42,7 | 40 |
| 3 | Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. 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. | Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет | 445020 Самарская обл. г.Тольятти, ул. Белорусская, 14, позиция по ТП № 48, 4 этаж, (Г-401) | 84,8 | 16 |