

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.26 Процессы и аппараты химической технологии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль)

18.03.01.31 Химическая технология нефти и газа

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.т.н., Доцент, М.К. Шайхутдинова; Ст. преподаватель, Н.В. Дерягина

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является изучение физической сущности основных процессов химической промышленности, законов, описывающих данные процессы, технологических схемах устройств и принципа действия аппаратов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются ознакомление студентов с основными типовыми процессами и аппаратами химической технологии; изучение принципов работы аппаратов и их конструктивные особенности; изучение методов расчета процессов и аппаратов для осуществления производственного цикла; изучение методов рационального выбора процессов и аппаратов, регулирование режимов их работы.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности | |
| ОПК-2.3: решает инженерные задачи с помощью математического аппарата уравнения, описывающие основные физические и химические процессы | применяет математический аппарат для решения прикладных задач в области дисциплины |
| ОПК-4: Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья | |
| ОПК-4.3: рассчитывает основное и вспомогательное оборудование | знает основные законы и уравнения для выполнения гидравлических, гидромеханических, массообменных, теплообменных процессов знает устройство теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов выполняет расчет теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов |

| | |
|---|---|
| ОПК-4.4: рассчитывает материальный и тепловой баланс, основные технологические параметры установки при изменении | рассчитывает материальный и тепловой баланс массообменных и теплообменных процессов, рассчитывает соответствующее технологическое оборудование |
| свойств сырья и готовой продукции предприятий нефтегазопереработки и нефтехимии | |
| ПК-4: Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | |
| ПК-4.1: анализирует и рассчитывает основные характеристики химического процесса | выполняет расчеты тепловых, гидравлических, гидромеханических, массообменных процессов в нефтепереработке |
| ПК-4.2: пользуется знаниями физико-химических основ процессов получения топлива из альтернативного нефти органического сырья определяет на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологических установок, применяемых в нефтегазовой отрасли | знает направления применения материала курса в дальнейшей профессиональной деятельности применяет законы и уравнения при расчете массообменного и теплообменного оборудования НПЗ |
| ПК-4.3: способен произвести выбор типа реактора, рассчитать основные характеристики химического процесса, произвести расчет технологических параметров для заданного процесса с учетом экологических последствий | знает устройство теплообменного и массообменного оборудования, оборудования для гидромеханических процессов подбирает наиболее оптимальное технологическое оборудование для реализации технологических процессов на основе тепловых, гидравлических, гидромеханических, массообменных процессов |
| ПК-6: Способен настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств, выявлять и устранять отклонения в режиме работы технологического оборудования и параметров технологического процесса | |
| ПК-6.1: осуществляет контроль за соблюдением технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом | рассчитывает и оптимизирует технологические параметры, необходимые для достижения целевых показателей ХТП |

| | |
|---|--|
| ПК-6.2: применяет меры по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического | выявляет и оценивает значимые факторы, определяющие эффективность технологических процессов в области дисциплины |
| регламента производства | |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Сем естр | |
|---|--|-------------|---|
| | | 1 | 2 |
| Контактная работа с преподавателем: | 5,06 (182) | | |
| занятия лекционного типа | 1,39 (50) | | |
| практические занятия | 2,28 (82) | | |
| лабораторные работы | 1,39 (50) | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | 0,07 (2,5) | | |
| индивидуальные занятия | 0,07 (2,5) | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 3,76 (135,2) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Да | | |
| курсовая работа (КР) | Нет | | |
| Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен) | 0,93 (33,6) | | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС |
| 1. Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части, и является обязательной к | | | | | | | | | |
| | 1. Предмет «Процессов и аппаратов химической технологии». Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Основные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Законы сохранения массы и энергии. Уравнения материального и энергетического балансов. Движущая сила процессов. Основные свойства жидкостей и газов. | 2 | | | | | | | |
| | 2. Физико-химические свойства смесей | | | 4 | | | | | |
| | 3. | | | | | | | 22 | |
| 2. Гидравлика | | | | | | | | | |
| | 1. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Основные характеристики движения жидкости. Режимы течения жидкости. Уравнение неразрывности потока. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 2. Дифференциальное уравнение движения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли. Основы теории подобия. Теоремы подобия. Преобразования уравнений Навье-Стокса методом подобия. | 2 | | | | | | | |
| 3. Гидравлические сопротивления в трубопроводах при различных режимах. | 2 | | | | | | | |
| 4. Режимы течения жидкости, критерии гидродинамического подобия | | | 6 | | | | | |
| 5. Уравнение объёмного и массового расхода | | | 6 | | | | | |
| 6. Практическое применение уравнений Бернулли, дроссельные приборы | | | 8 | | | | | |
| 7. Лабораторная работа №1. Определение режимов течения жидкости | | | | | 6 | | | |
| 8. Лабораторная работа №2. Измерение расходов и скоростей воздушного потока | | | | | 8 | | | |
| 9. | | | | | | | 20 | |
| 3. Гидромеханические процессы | | | | | | | | |
| 1. Перемещение жидкостей. Основные параметры насосов. Напор. Высота всасывания. Центробежные насосы. Принцип действия и типы насосов. Поршневые насосы. | 2 | | | | | | | |
| 2. Разделение неоднородных газовых систем. Гравитационная, центробежная очистка газов. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов. Устройство аппаратов. | 2 | | | | | | | |
| 3. Отстаивание, осаждение и фильтрация. Разделение жидких неоднородных систем. Отстаивание. Скорость отстаивания. Устройство отстойника. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|------|--|
| 4. Фильтрация жидкостей. Основные понятия. Уравнение фильтрации. Фильтровальные перегородки. Устройство фильтров. | 2 | | | | | | | |
| 5. Определение основных параметров насоса | | | 6 | | | | | |
| 6. Определение площади фильтрации | | | 4 | | | | | |
| 7. Лабораторная работа №3. Определение характеристик различных типов насосов | | | | | 8 | | | |
| 8. Лабораторная работа №4. Определение констант фильтрации | | | | | 6 | | | |
| 9. Лабораторная работа №5. Определение коэффициента теплопередачи кожухотрубчатом теплообменнике при вынужденном движении теплоносителей | | | | | 6 | | | |
| 10. | | | | | | | 17,2 | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |
| 4. Теплообменные процессы | | | | | | | | |
| 1. Теплопередача. Способы передачи тепла. Тепловые балансы. Температурное поле. Температурный градиент. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенок при установившемся тепловом режиме. | 3 | | | | | | | |
| 2. Конвективный теплообмен. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Тепловое подобие. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|--|--|
| 3. Теплопередача при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Уравнение теплопередачи при прямо- и противотоке теплоносителей. Выбор взаимного направления движения теплоносителей. Определение температуры стенки. | 2 | | | | | | | |
| 4. Промышленные теплоносители. Нагревание. Прямые источники тепла и промежуточные теплоносители. Охлаждение до обыкновенных температур. Конденсация паров. | 1 | | | | | | | |
| 5. Конструкции теплообменных аппаратов и их расчет, каталоги теплообменных аппаратов. | 1 | | | | | | | |
| 6. Выпаривание. Основные понятия. Однокорпусное выпаривание. Материальный и тепловой балансы. Тепловые потери в выпарном аппарате. Поверхность выпарного аппарата. | 2 | | | | | | | |
| 7. Многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы многокорпусных выпарных установок. Общая и полезная разность температур. Распределение полезной разности температур по корпусам. Выбор числа корпусов. Техничко-экономические соображения при выборе числа корпусов. | 2 | | | | | | | |
| 8. Конструкции выпарных аппаратов. Основы расчета выпарных установок. | 1 | | | | | | | |
| 9. Тепловой баланс теплообменника, определение поверхности теплообмена | | | 8 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|----|--|---|--|------|--|
| 10. Лабораторная работа № 6. Испытание двухкорпусной прямоточной вакуум-выпарной установки | | | | | | 4 | | | |
| 11. | | | | | | | | 16,3 | |
| 5. Массообменные процессы | | | | | | | | | |
| 1. Массопередача. Основные понятия. Способы выражения состава фаз. Равновесие при массопередаче. Направление массопередачи. | 2 | | | | | | | | |
| 2. Материальный баланс массообменного процесса. | 1 | | | | | | | | |
| 3. Скорость массопередачи. Молекулярная диффузия. Конвективный перенос. Уравнение массоотдачи. Диффузионное подобие. | 1 | | | | | | | | |
| 4. Уравнение массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Число единиц переноса. Расчет основных размеров массообменного аппарата. | 2 | | | | | | | | |
| 5. Абсорбция. Основные понятия. Закон Генри. Материальный и тепловой балансы. Скорость абсорбции. Десорбция. | 2 | | | | | | | | |
| 6. Устройство абсорберов. Гидродинамические режимы работы абсорберов. Принципиальные схемы абсорбции. | 2 | | | | | | | | |
| 7. Основные понятия. Закон Рауля. Фазовое равновесие бинарных смесей. Идеальные, реальные смеси. | 1 | | | | | | | | |
| 8. Материальный баланс, рабочая линия и линия равновесия процессов | | | | 8 | | | | | |
| 9. Определение движущей силы процесса, диаметра и высоты абсорбера | | | | 10 | | | | | |
| 10. Лабораторная работа № 7. Определение коэффициента массоотдачи в жидкой фазе | | | | | | 4 | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|-----|--|---|--|--|---|--|------|--|
| 11. | | | | | | | | 16 | |
| 6. Перегонка жидкостей | | | | | | | | | |
| 1. Простая перегонка. Схема и материальный баланс. | 2 | | | | | | | | |
| 2. Ректификация, принцип. Схема установки непрерывного действия. Уравнение линий рабочих концентраций. Построение линий рабочих концентраций на $x - y$ диаграмме. Флегмовое число. Влияние флегмового числа на размеры колонны. | 3 | | | | | | | | |
| 3. Тепловой и материальный балансы ректификационной колонны. | 1 | | | | | | | | |
| 4. Материальный тепловой баланс ректификации | | | 4 | | | | | | |
| 5. Уравнение рабочих линий, определение числа рабочих тарелок в колонне | | | 6 | | | | | | |
| 6. Расчет процесса многокомпонентной ректификации с помощью энтальпийной диаграммы | | | 4 | | | | | | |
| 7. Лабораторная работа № 8. Изучение процесса ректификации бинарной смеси | | | | | | 4 | | | |
| 8. | | | | | | | | 31,7 | |
| 7. Сушка | | | | | | | | | |
| 1. Сушка. Общие сведения. Основные параметры влажного воздуха. I-X диаграмма влажного воздуха. Равновесие при сушке. Формы связи влаги с материалом. | 1 | | | | | | | | |
| 2. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. | 0,5 | | | | | | | | |
| 3. Контактная сушка. Тепловой баланс при контактной сушке. | 0,5 | | | | | | | | |
| 4. Специальные методы сушки. Конструкция сушилок. | 1 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|----|--|----|--|-------|--|
| 5. Гидродинамика взвешенного слоя для расчета сушилок КС | | | 4 | | | | | |
| 6. Материальный тепловой баланс конвективные контактные сушки | | | 4 | | | | | |
| 7. Лабораторная работа № 9. Изучение процесса сушки в конвективной сушилке | | | | | 4 | | | |
| 8. | | | | | | | 12 | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| Всего | 50 | | 82 | | 50 | | 135,2 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии (Москва: ООО «ИД Альянс»).
2. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Химическая технология"(Санкт-Петербург: Химиздат).
3. Борисов Г. С., Брыков В. П., Дытнерский Ю. И., Каган С. З., Ковалев Ю. Н., Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию: учебное пособие для вузов (Москва: Альянс).
4. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств: учебник для хим.-технол. вузов и спец. хим. машиностроения(Москва: Машиностроение).
5. Бретшнайдер С., Кавецкий В., Лейко Я., Марцинковский Р., Романков П. Г., Курочкина М. И. Общие основы химической технологии. Разработка и проектирование технологических процессов: пер. с польского (Ленинград: Химия, Ленингр. отд-ние).
6. Шайхутдинова М. К., Дерягина Н. В., Бурюкин Ф. А. Расчет ректификационной установки: учебно-методическое пособие (Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Windows;
2. Microsoft Office;
3. ESET NOD32;
4. AutoCAD.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотечная система «СФУ»;
2. Политематическая электронно-библиотечная система «Znanium» изд-ва «Инфра-М»;
3. Политематическая электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
4. Политематическая БД российских диссертаций Российской государственной библиотеки;
5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
6. Российские научные журналы на платформе elibrary.ru;

7. Российская БД нормативно-технической документации «NormaCS»;
8. БД нормативно-правовой информации «Консультант плюс».

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами обучения (проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оборудованных стендами установок «Закон Бернулли», «Насосные установки», «Теплообменники», «Абсорбция», «Ректификация», «Сушка».

Помещение для самостоятельной работы, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами (15 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета).