

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.А. Колесников

“ _____ ” _____ 2011 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**«КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ПРОЦЕССАМ И АППАРАТАМ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ»**

для направления 240100 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Программа одобрена

Методической секцией Ученого Совета РХТУ
им. Д.И. Менделеева

« _____ » _____ 200 г.

Председатель

Ю.И. Капустин

Москва 2011 г.

Программа составлена кафедрой процессов и аппаратов химической технологии,
проф., заведующим кафедрой Дмитриевым Е.А.,
доц. Тарасовой Т.А.

Зав. кафедрой процессов и аппаратов
химической технологии

_____ Дмитриев Е.А

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта (ГОС ВПО) для направления 240100 «Химическая технология», рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленным опытом преподавания предмета кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение седьмого семестра.

Цели освоения дисциплины.

Курсовой проект по процессам и аппаратам химической технологии имеет своей целью существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знания, полученные при изучении курса процессов и аппаратов химической технологии, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской, проектной и практической работы на предприятиях.

Задачи курса:

- овладение основными принципами организации процессов химической технологии на основе изученных в курсе "Процессы и аппараты химической технологии" основ гидромеханики, тепло- и массопередачи ;
- развитие способности к расчету и проектированию тепло- и массообменных аппаратов;
- развитие практических навыков, полученных при изучении базовых процессов химической технологии с акцентом на основные закономерности и общие принципы анализа, моделирования, расчета и оптимизации этих процессов, их эффективное энергообеспечение и аппаратурное оформление;
- развитие понимания физической сущности и общности процессов химической технологии.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. КОМПЕТЕНЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование *следующих компетенций* бакалавра согласно ФГОС ВПО по направлению «Химическая технология»:

Общекультурные компетенции (ОК):

- культура мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации (ОК-1);

- повышение своей квалификации в области изучаемой дисциплины, приобретение новых знаний в области химической технологии (ОК-7);

Профессиональные компетенции (ПК):

обще профессиональные:

- способность и готовность использовать основные законы сохранения и кинетические закономерности в профессиональной деятельности (ПК-1);

в области производственно-технологической деятельности:

- способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-7);

- умение составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-8).

в области научно-исследовательской деятельности:

- использовать знания основных физических теорий в применении к технологическим задачам, способность самостоятельного приобретения знаний в области процессов и аппаратов (ПК-24);

- изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике процессов и аппаратов (ПК-25);

в области проектной деятельности:

- проектировать типовые технологические процессы (ПК-28).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

ЗНАТЬ:

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;

- основные принципы организации процессов химической технологии;

- методы математического моделирования и проектировании процессов химической технологии;

- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;

- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.

УМЕТЬ:

- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;
- осуществлять проектирование процессов химической технологии;
- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.

ВЛАДЕТЬ:

- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов;
- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Вид учебной работы	Зач.ед. -2 (VII семестр)
	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Аудиторные занятия (консультации)	36
Самостоятельная работа:	36
Вид итогового контроля: (экзамен, зачет)	Диф.зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

4.1 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ.

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Консультации	Самостоятельная работа
	Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.	6	2	4
1	Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.			
1.1	Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).	8	4	4
1.2	Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.	8	4	4
1.3	Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.	6	4	2
2	Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.			
2.1	Расчет кожухотрубчатого испарителя.	8	4	4
2.2	Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).	4	2	2
2.3	Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).	4	2	2
2.4	Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).	4	2	2
3	Модуль 3. Гидродинамические расчеты.			
3.1	Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов	4	2	2
3.2	Расчет оптимальных диаметров трубопроводов	4	2	2
3.3	Расчет и подбор насосов	4	2	2

4	Модуль 4. Графическое оформление. Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1	12	6	6
	Диф.зачет			
Итого		72	36	36

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы и краткое содержание

Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.

Тема 1.1 Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).

Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки.

Тема 1.2 Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического сопротивления колонны.

Тема 1.3 Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Выбор колонны.

Модуль 2. Расчет и выбор теплообменников.

Расчет и выбор теплообменников по общей схеме: - расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности F_{op} ; - выбор типа и нормализованного варианта

конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника $F_{\text{норм}}$ и др.); - сопоставление ориентировочной $F_{\text{ор}}$ и $F_{\text{норм}}$; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

Тема 2.1 Расчет кожухотрубчатого испарителя.

Тема 2.2. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

Тема 2.3. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

Тема 2.4. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

Модуль 3. Гидродинамические расчеты.

Тема 3.1 Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов

Тема 3.2 Расчет оптимальных диаметров трубопроводов

Тема 3.3 Расчет и подбор насосов

Модуль 4. Графическое оформление.

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

№	Компетенции	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
	Знать:				
1	- методы расчета теплообменных аппаратов;		+		
2	- методы расчета массообменных аппаратов;	+			
3	- основные принципы организации процессов химической технологии;	+		+	+
4	- методы математического моделирования и проектирования процессов химической технологии;	+	+	+	
5	типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их	+	+	+	

6	расчета; - методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.	+	+		
	Уметь:				
7	- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;	+	+	+	+
8	- осуществлять проектирование процессов химической технологии;	+	+	+	+
9	- рассчитывать основные характеристики химико- технологического процесса, выбирать рациональную схему.	+	+	+	
	Владеть:				
10	- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;	+	+	+	
11	- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;	+	+	+	
12	- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических показателей работы аппаратов;	+	+	+	
13	- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования.	+	+	+	
	Общекультурные компетенции:				
14	- культура мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации (ОК-1);	+	+	+	+
15	- повышение своей квалификации в области	+	+	+	+

	изучаемой дисциплины, приобретение новых знаний в области химической технологии (ОК-7).				
	Профессиональные компетенции:				
	Общепрофессиональные:				
16	- способность и готовность использовать основные законы сохранения и кинетические закономерности в профессиональной деятельности (ПК-1). <u>по видам деятельности:</u> <u>в области производственно-технологической деятельности:</u>	+	+	+	
17	- способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-7);	+	+	+	+
18	- умение составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-8). <u>в области научно-исследовательской деятельности:</u>	+	+	+	
19	- использовать знания основных физических теорий в применении к технологическим задачам, способность самостоятельного приобретения знаний в области процессов и аппаратов (ПК-24); - изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный	+	+	+	+

20	опыт по тематике процессов и аппаратов (ПК-25).				
	<u>в области проектной деятельности:</u>	+	+	+	+
21	- проектировать типовые технологические процессы (ПК-28).				

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (КОНСУЛЬТАЦИИ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы консультаций
1	Введение.	1. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.
2	Модуль 1	2. Расчет насадочной ректификационной колонны непрерывного действия. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчет скорости паров и диаметра колонны. 3. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчет гидравлического сопротивления насадки. 4. Расчет тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия. Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчет минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. 5. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчет коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчет высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчет гидравлического

		сопротивления колонны. 6. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. 7. Выбор колонны.
3	Модуль 2	8. Общая схема расчета теплообменников на примере кожухотрубчатого испарителя. Расчет тепловой нагрузки теплообменников. Определение теплового режима и средней движущей силы. Приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности F_{op} . Выбор типа и нормализованного варианта конструкции $F_{норм}$. Определение параметров конструкции. 9. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов. Гидравлический расчет. Выбор оптимального варианта теплообменника. 10. Расчет конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета. 11. Расчет подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого) по общей схеме расчета. 12. Расчет холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых) по общей схеме расчета.
4	Модуль 3	13. Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов. 14. Расчет оптимальных диаметров трубопроводов. 15. Расчет и подбор насосов.
5	Модуль 4.	16. Технологическая схема. Технические характеристики и требования к выполнению спроектированного оборудования. Аппараты, входящие в установку. Основные технологические связи между аппаратами. Элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т.д.) 17. Чертежи общего вида ректификационной колонны определенного типа. 18. Чертежи деталей контактных элементов, рассчитанных в модуле 1

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

(НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ).

8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

8.1. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ.

- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси хлороформ-дихлорэтан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси гексан-гептан с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – тарельчатая;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси этанол-вода с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – насадочная;
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси бензол-толуол с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.
- Расчет и проектирование ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси ацетон-хлороформ с заданной производительностью по исходной смеси и содержанием легколетучего компонента в исходной смеси, ректификате и кубовом остатке. Тип колонны – выбрать.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

9.1. Рекомендуемая литература.

А) Основная литература:

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: В 2 ч. / Ю.И. Дытнерский. - 3-е изд. - М.: Химия, 2002 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008. - 493 с.
3. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): Учебн.пособие для вузов.- СПб.: Химиздат, 2009. -544 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Касаткин А.Г. - Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд. М.: Химия, 1973. 750 с.
2. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. - Явления переноса. М.: Химия, 1974. 688с
- 3 Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер с англ.- М.:Химия,1982.-696 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. - Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд. Л.: Химия, 1987. 560с.
5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2-х книгах. под ред В.Г. Айнштейна. М.:Химия, 1999.
6. Дмитриев Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах: Учебное пособие. – М.: РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-120 с.
7. Моргунова Е.П., Дмитриев Е.А.Процессы и аппараты химической технологии. Экстракция в системе жидкость – жидкость: Учебн. пособие. - М.:РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-192 с.
8. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; ред. Ю. А. Комиссаров. - М.: Химия, 2011. - 1229 с.

9.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

- Справочные материалы на сайте кафедры процессов и аппаратов www.chem.-eng.ru

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

- Мультимедийные средства (основные типы гидродинамических, теплообменных и массообменных аппаратов химической технологии).

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

- Компьютерный класс с программным обеспечением для расчета гидродинамического, теплообменного и массообменного оборудования (в курсовых работах и курсовых проектах).

11. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Модуль 1. Расчет ректификационной колонны.	Умеет: - рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса (ректификации бинарных смесей); - осуществлять проектирование процессов химической технологии; - рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему.	Диф.зачет
	Владеет: - навыками проектирования простейших массообменных аппаратов химической промышленности;	Диф.зачет

	<ul style="list-style-type: none"> - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов; - методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования. <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета массообменных аппаратов; - основные принципы организации процессов химической технологии; - методы математического моделирования и проектирования процессов химической технологии; - типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета; - методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов. 	<p>Диф.зачет</p>
<p>Модуль 2. Расчет и</p>	<p>Умеет:</p>	

	<p>организации гидродинамических процессов в химической технологии;</p> <p>- типовые элементы трубопроводной арматуры в химической технологии.</p>	
<p>Модуль 4. Графическое оформление</p>	<p>Умеет:</p> <p>- оформлять графическую часть при проектировании процессов химической технологии.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками графического оформления технологических схем при проектировании аппаратов химической промышленности;</p> <p>- навыками графического изображения конструкций аппаратов.</p> <p>Знает:</p> <p>- основные правила графического оформления при проектировании аппаратов химической технологии;</p> <p>- принципы выделения основных узлов при графическом оформлении проектируемых аппаратов химической технологии.</p>	<p>Диф.зачет</p> <p>Диф.зачет</p> <p>Диф.зачет</p>