МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «Химическая технология и экология»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР

\_\_\_\_\_\_\_Жаксыбаева Г.Ш.

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_2015 г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальности

5В072100 «Химическая технология органических веществ»

вечерней формы обучения

г. Темиртау, 2015 год

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_к.т.н. Мусин Д.К.

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

|  |  |
| --- | --- |
| Рассмотрено на заседании  кафедры «ХТиЭ»  Протокол №\_\_\_\_\_\_  от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.  И.о зав. кафедрой «ХТиЭ»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ульева Г.А. | Разработал:  к.х.н., старший преподаватель  кафедры «ХТиЭ»  \_\_\_\_\_\_\_\_ Меркулов В.В. |

**ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**Введение.** В условиях современного химического производства приходится решать сложные вопросы, связанные с проектированием и эксплуатацией технологических процессов и оборудования. Внедрение новейших достижений науки и техники в химическую и смежные с нею отрасли промышленности осуществляется через разработку проекта и последующее создание того или иного производства.

Проектирование химического производства – это процесс разработки документации, который начинается с выбора метода химического синтеза целевого продукта, проведения теоретических и экспериментальных исследований физико-химической сущности вновь разрабатываемой технологии, а заканчивается авторским надзором при сооружении промышленного объекта.

Проект промышленного предприятия – это комплекс технических документов, содержащий описание с принципиальными обоснованиями, расчеты, чертежи, макеты предназначенных к строительству или реконструкции сооружений, установок, машин и аппаратов. Оборудование является одним из важнейших элементов производства и включает машины, аппараты и транспортные устройства, необходимые для осуществления данного технологического процесса. Технология производства и его аппаратурное оформление взаимосвязаны. Каждому способу получения данного продукта соответствует определенный набор машин и аппаратов. Внедрение новейших достижений науки и техники в химическую и смежные с нею отрасли промышленности осуществляется через разработку проекта и последующее создание того или иного производства.

В проекте решаются чрезвычайно важные вопросы и ответственные инженерные задачи: выбор в данных конкретных условиях наиболее эффективного способа производства, расчет размеров и количества аппаратов и машин, а также определение оптимального режима работы оборудования. Сложность проектирования обусловлена тем, что многие инженерные проблемы тесно связаны между собой и их решение зависит от географических (точка строительства, расстояние перевози сырья и продукции, климат), социальных (охрана труда и защита окружающей среды, жилищно-бытовые условия работников) и экономических факторов (капитальные затраты, себестоимость продукции, срок окупаемости).

Объектами проектирования являются целые предприятия, отдельные цехи и их части. От качества проектных решений в значительной степени зависят сметная стоимость строительства, продолжительность его осуществления, эффективность капитальных вложений.

Важнейшим этапом подготовки магистра является проектирование, в задачу которого входит систематизация и обобщение знаний, полученных при изучении общепрофессиональных дисциплин, а также приобретение навыков самостоятельной работы с технической и справочной литературой.

**Целью изучаемой дисциплины** «Проектирование предприятий органического синтеза» являются общетеоретическая и практическая подготовка магистров, способных осуществлять проектирование химических производств, управлять сложными технологическими процессами, и приобретение студентами теоретических знаний и навыков расчетов в области проектирования химических предприятий, необходимых при выполнении выпускной квалификационной работы и самостоятельной профессиональной деятельности.

**Задачи изучаемой дисциплины:** являются изучение основных принципов проектирования химических производств, проведение анализа работы действующего оборудования, выбор пути модернизации и совершенствования оборудования, умение формулировать технические предложения, освоение студентами методов расчета и эксплуатации оборудования предприятий органического синтеза и овладение основами проектирования производств органических веществ и навыками технологического и конструкционного расчета оборудования.

**2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Проектирование предприятий органического синтеза» относится к вариативной части профессионального цикла. Теоретической и практической основами дисциплины являются курсы «Процессы и аппараты массопереноса в системах с участием твердой фазы», «Методы оптимизации в химической технологии», «Дополнительные главы процессов и аппаратов», «Компьютерные технологии в науке и производстве», «Экономический анализ и управление производством». Приобретенные знания студентами будут непосредственно использованы при итоговой государственной аттестации и выполнении выпускной квалификационной работы.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование

**общекультурных компетенций (ОК):**

- способность и готовность на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК- 4);

- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК- 6);

**профессиональных компетенций (ПК):**

**общепрофессиональных:**

- способность и готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ПК- 1);

**в производственно-технологической деятельности:**

- способность и готовность оценивать эффективность и внедрять в производство новые технологии (ПК-7);

**в организационно-управленческой деятельности:**

- способность и готовность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты (ПК-10);

**в проектной деятельности:**

- способность и готовность проводить технические и технологические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта (ПК-19);

- использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ (ПК-20);

- разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ (ПК-21).

В результате изучения дисциплины «Проектирование предприятий органического синтеза» студент должен

**знать:**

- основные принципы проектирования химических производств;

- системы и методы проектирования технологических процессов и режимов производства;

- принципы автоматизированного проектирования (САПР);

- назначение, принцип действия и устройство химического оборудования органических производств;

**уметь:**

- выполнять работы, необходимые для разработки технологической части проекта, реконструкции или строительства нового предприятия;

- выполнять анализ работы действующего оборудования и выбирать пути модернизации и совершенствования оборудования;

- выполнять расчеты на прочность наиболее ответственных узлов аппаратов и выбирать способы защиты от коррозии;

- работать с нормативно-техническими документами и выбирать оборудование в соответствующих каталогах, нормалях, справочниках.

**владеть:**

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;

**-** методами конструктивного расчета оборудования.

**Содержание разделов дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
| 1 | Этапы и стадии проектирования | Цели и задачи проектирования предприятий органического синтеза. Основные понятия и терминология проектирования.  Перспективное планирование развития отрасли основного органического синтеза. Основные принципы размещения предприятий химической промышленности. Подготовка к проектированию и предпроектные документы. Технико-экономическое обоснование проектируемого объекта. Выбор района размещения предприятия и площадки для строительства. Анализ исходных данных для проектирования. Задание на проектирование и его содержание. Последовательность выполнения проекта. Стадии проектирования: технический проект и рабочий проект. Разработка технического проекта. Ведущая роль технологической части проекта. Разработка рабочего проекта. Состав рабочей документации.  Послепроектный этап. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор. Пуско-наладочные работы. Освоение проектных мощностей. |
| 2 | Организация проектирования химических производств | Организации, принимающие участие в разработке проектной документации. Отраслевые проектные организации, их структура. Состав и содержание проектной документациии на строительство, предприятий, зданий и сооружений. Проектно-сметная |
|  |  | документация.  Основные пути совершенствования проектных работ, использование методов моделирования и оптимизации химико-технологических систем с применением вычислительной техники. Системы автоматизированного проектирования объектов неорганической технологии (САПР). История развития и основные принципы создания системы автоматизированного проектирования. |
| 3 | Аппаратурное оформление технологической схемы | Основные задачи технологического проектирования. Сравнительный анализ состояния технологии и оборудования проектируемого процесса. Выбор технологической схемы и конструкции основного аппарата. Принципиальная технологическая схема. Аппаратурное оформление технологических схем.  Общие принципы построения химико-технологических систем: непрерывность, энергоемкость, безотходность, компактность. Элементы и связи химико-технологической системы. Системный подход к анализу и синтезу технологической схемы производства. Основные блоки технологической схемы и их назначение. Расчет химико-технологической схемы. Составление материальных и тепловых балансов. |
| 4 | Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования | Нормативно-техническая документация для расчетов и эксплуатации машин и аппаратов. Основные расчетные параметры. Основы механического расчета химической аппаратуры. Проектирование и расчет на прочность элементов химических аппаратов. Оборудование для транспорта и хранения газов, жидкостей. Аппаратурное оформление стадий приема, хранения, дозировки и транспортировки сырья. Оборудование процессов теплообмена. Расчет теплообменников. Трубчатые печи, их устройство и конструкции. Основные показатели работы и расчет трубчатых печей. |
| 5 | Принципы проектирования и технологическое оформление  реакторных подсистем | Структурные элементы химических реакторов. Классификация математических моделей химических реакторов. Реактор идеального вытеснения. Реактор идеального смешения. Характеристические уравнения проточного и периодического реакторов при полном перемешивании. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета реакторов. Типовые конструкции промышленных химических реакторов в технологиях основного органического и нефтехимического синтеза. Расчет промышленных химических реакторов. |
| 6 | Расчет и аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных смесей | Использование массообменных процессов для разделения многокомпонентных смесей.  Общие принципы и последовательность расчета абсорбционных аппаратов. Гидравлическое сопротивление абсорберов. Методы расчета высоты слоя насадки и рабочей высоты тарельчатого абсорбера. Ректификация. Принципиальная схема ректификационной установки. Основные конструкции ректификационных колонн. Особенности аппаратурного оформления и расчет ректификационных аппаратов. Жидкостная экстракция. Классификация, устройство и принцип действия экстракторов. Расчет диаметра и высоты экстракционных колонн. Графический метод определения числа ступеней экстрагирования. Массообменные процессы с химической реакцией. Общие принципы непрерывных совмещенных реакционно-массообменных процессов. Реакционно-абсорбционные процессы (хемосорбция). Реакционно-ректификационные процессы. |

### Список основной и дополнительной ЛИТЕРАТУРы

**Основная**

1. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / Под ред. А.И.Михайличенко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.

2. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2003.

3. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (Примеры и задачи): учеб. пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. – СПб.: Химиздат, 2009.

4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по курсовому проектированию / Г.С. Борисов [и др]; под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Альянс, 2007.

5. Алексеев А.И., Рамзаева Л.П., Серов А.Н. Основы проектирования и оборудование заводов органических неорганических производств: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006.

**Дополнительная**

6. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн. / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995.

7. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. – М.: Альянс, 2006.

8. Рейхсфельд, В.О Оборудование производств основного органического синтеза и синтетических каучуков / В.О. Рейхсфельд, Л.Н. Еркова. – Л.: Химия, 1974. 

**Перечень вопросов**

1. Обоснуйте необходимость очистки исходных компонентов от примесей.

2. Перечислите варианты аппаратурного оформления узлов очистки.

3.. Дайте определение химическому реактору

4. Обоснуйте необходимость стадии разделения продуктов реакции.

5. Опишите методы получения оксида углерода.

6. Охарактеризуйте катализаторы и приведите условия процесса синтеза углеводородов из оксида углерода и водорода (процесс Фишера-Тропша).

7. Каково влияние температуры, давления и объемной скорости на состав конечных продуктов в процессе Фишера-Тропша?

8. Какой способ очистки хим. загрязненных вод применяется в производстве дивинил-стирольного каучука?

9. Дайте определение кожухотрубного аппарата, область применения?

10. К какому типу аппаратов относятся ректификационные колонны, теплообменники?

11. Дайте определение аппарата идеального смешения, приведите пример.

12. Перечислите типы перекачивающих устройств, применяемых на предприятиях химической промышленности.

13. Для каких целей на химических предприятиях применяются инертные газы, перечислите основные?

14. В каких случаях используются аппараты с элептическими днищем и крышкой?

15. Какой способ очистки хим. загрязненных вод применяется в случаях, если загрязняющим фактором являются ионы металлов? Приведите пример.

**Задачи**

1. Производительность установки получения стирола из этилбензола 125 т/сут. Константа скорости дегидрирования 0,85 с -1, энергия активации процесса составляет 160000 кДж/кмоль. Конверсия 40%, селективность 92%. Линейная скорость подачи газа 1,4 м/с. Определить диаметр реактора.

2. При получении этанола методом прямой гидратации этилена селективность составляет 96%. Определить степень конверсии процесса, если на гидратацию подано 3000 м3 газа, содержащего 86% (об) этилена, а масса полученного этанола 2200 кг.

3. Степень конверсии н-бутана при его дегидрировании равна 42%, а селективность по н-бутенам 85%. Определить объем н-бутана при 500°С и давлении 0,11 МПа, необходимый для получения 5000 м3 н-бутенов.

4. Степень конверсии метанола при его окислении до формальдегида равна 90%, а селективность по формальдегиду составляет 97%. Определить объем паров метанола 500°С и давлении 0,11 МПа, необходимый для получения 3000 кг формалина с содержанием формальдегида 37%.

5. Производительность установки по нитробензолу 3000 кг/ч. Выход нитробензола составляет 97% на бензол. Нитрующую смесь подают в количестве 4 кг на 1 кг бензола. Время реакции 12 мин. Плотность нитрующей смеси 1600кг/м3 , а плотность бензола 880 кг/м3. Коэффициент заполнения реактора 0,8. Определить требуемый реакционный объем.

6. При хлорировании 16000 кг бензола было получено 4000 кг хлорбензола. Определить степень конверсии бензола, если селективность по хлорбензолу составляет 95% .

7. Для получения изопропилбензола используют пропан-пропиленовую фракцию, содержащую 80% (об.) пропилена. Мольное соотношение пропилен:бензол составляет 3:3,5. Определить массу бензола и пропилена для получения 1 000 кг изопропилбензола, если конверсия бензола 30%, селективность по изопропилбензолу 87%.

8. Определить массу карбида кальция, содержащего 75% основного вещества, необходимого для получения 5000 м3 ацетилена. Степень конверсии карбида кальция 97%. Газ выходит из генератора при температуре 50°С и давлении 0,15 МПа.

9. При получении винилацетата мольное отношение ацетилена и уксусной кислоты составляет 3,5:1. Выход винилацетата 95% по ацетилену. Определить массу ацетилена и уксусной кислоты необходимых для получения 3000 кг винилацетата.

10. Объем катализатора в трубах реактора окисления о-ксилола во фталевый ангидрид 20 м3 , его удельная производительность 300 кг/м3 ч фталевого ангидрида. В реактор подают газовую смесь из расчета 20 м 3 воздуха на 1 кг о-ксилола. Определить объемную долю о-ксилола в исходной смеси, если выход ангидрида составляет 80%.

11. Уксусную кислоту получают жидкофазным окислением ацетальдегида. Производительность реактора по смеси целевых продуктов 3600 кг/ч. Парогазовая смесь, поступающая в реактор при 50°С и давлении 0,2 МПа, содержит 18 % (об.) ацетальдегида. Конверсия ацетальдегида составляет 15%. Определить диаметр трубопровода, подводящего смесь газов в реактор, при линейной скорости подачи газа 20 м/с.

12. Винилацетат получают из ацетилена и уксусной кислоты при 210°С и давлении 0,11 МПа в реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора. Линейная скорость подачи газа 0,6 м/с. Производительность установки 36 т/сут винилацетата. Определить диаметр реактора.

13. Напишите схему получения бутадиена-1,3 из этанола (метод Лебедева). Укажите условия проведения процесса.

14. Напишите схему получения стирола из бензола. Перечислите побочные процессы. Укажите пути повышения селективности процесса.

15. Напишите схему получения ацетальдегида методом Кучерова. Укажите условия проведения процесса.

16. Составить материальный баланс производства этанола прямой гидратацией этилена. Производительность установки по целевому продукту 2000 кг/ч. Степень конверсии этилена за один проход 4,7%, селективность по этанолу 96%. Мольное соотношение этилена и водяного пара 1:0,7. Температура процесса 200°С, давление 0,75 МПа. Содержание этилена в рециркулирующем газе 85%(мас.).

**ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

**Вариант 1.**  
1. Составить формулу 1,2-диметилбензола. Подобрать к данному веществу 1 изомер и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Дописать следующие уравнения реакций:  
а) С6Н6 + Сl2 свет  
б) С6Н6 + О2 -----  
в) 3 С2Н2 кат  
3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 1, 4, 20.

**Вариант 2.**  
1. Составить формулу 1,3-диметилбензола. Подобрать к данному веществу 1 изомер и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Дописать следующие уравнения реакций:  
а) С6Н6 + НNО3 -----  
б) С6Н6 + Вr2 кат-\_\_  
в) гидрирование гексана.

3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 2, 3, 21.

**Вариант 3.**  
1. Составить формулу 1-этилбензола. Подобрать к данному веществу 2 изомера и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Составить уравнения по данной схеме:  
С2Н6 ----- С2Н4 ------ С2Н2----- бензол ----- С6Н5Сl  
3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 3, 5, 22.

**Вариант 4.**  
1. Составить формулу 1 –метил 2-этилбензола. Подобрать к данному веществу 2 изомера и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Составить уравнения по данной схеме:  
С6Н12 ---- бензол ------ нитробензол  
циклогексан ------ гексан

3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 6, 11, 23.

**Вариант 5.**  
1. Составить формулу 1,2,3-триметилбензола. Подобрать к данному веществу 2 изомера и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Напишите уравнения реакций, в которых бензол проявляет свойства непредельных углеводородов. Назовите продукты реакции.  
3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 7, 12, 24.

**Вариант 6.**  
1. Составить формулу 1,3-диэтилбензола. Подобрать к данному веществу 2 изомера и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Напишите уравнения реакций, в которых бензол проявляет свойства предельных углеводородов. Назовите продукты реакций.  
3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 13, 17, 19.

**Вариант 7.**  
1. Составить формулу 1,3-диметил 2- этилбензола. Подобрать к данному веществу 2 изомера и 1 гомолог. Дайте названия всем веществам.  
2. Составьте уравнения следующих реакций:  
а) гидрирование толуола;  
б) получение гексахлорциклогексана из бензола;  
в) 1 реакцию, подтверждающую циклическое строение молекулы бензола.

3. Ответить на теоретические вопросы из перечня 14, 18, 16.