

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»  
В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Исполнительный директор

\_\_\_\_\_ / Б.Э. Нурматов  
(подпись) И.О. Фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и  
химико-фармацевтических средств

---

**направление подготовки**

18.04.01 Химическая технология

---

**магистерская программа:**

Химическая технология биологически активных веществ

---

форма обучения:

очная

---

Квалификация: магистр

**Ташкент 2024**

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности*: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности*: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности*: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа – «Химическая технология биологически активных веществ», ООП и рабочей программой дисциплины «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

## 2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

## 3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

**3.1. Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

## 3.2. Описание фонда оценочных средств

### 3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

##### **Критерии оценки:**

- *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- *полнота* и *глубина* ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка **«отлично»** выставляется, если обучающийся:

- полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- излагает материал последовательно и правильно.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка

«неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### 3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Для текущего контроля предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (максимальная оценка 25 баллов).

Для текущего контроля предусмотрено две контрольные работы: контрольная работа №1 (максимальная оценка 15 баллов), контрольная работа №2 (максимальная оценка 20 баллов). Количество вопросов в билете равно шести (контрольная работа №1) и трем (контрольная работа №2). Максимальная оценка за выполнение контрольных работ составляет 35 баллов. Количество билетов равно удвоенному числу обучающихся в данной группе и составляет 20.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
<b>ПК-2.</b> Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи.	<b>ПК-2.1.</b> Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.
	<b>ПК-2.2.</b> Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.
	<b>ПК-2.3.</b> Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.
<b>ПК-4.</b> Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.	<b>ПК-4.2.</b> Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.
<b>ПК-5.</b> Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.	<b>ПК-5.1.</b> Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.
	<b>ПК-5.3.</b> Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.

### Контрольная работа № 1: Вариант 1

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 500 кг/ч, диэтиленгликоля 300 кг/ч и триэтиленгликоля 100 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В

данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее 99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure)+0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 2**

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 510 кг/ч, диэтиленгликоля 310 кг/ч и триэтиленгликоля 110 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее 99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;

6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

$$\text{давление верха колонны 1 (Top Pressure)} = \text{Выходное давление насоса (Outlet Pressure)} + 0,6 \text{ бара}$$

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 3

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 505 кг/ч, диэтиленгликоля 305 кг/ч и триэтиленгликоля 105 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее 99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

$$\text{давление верха колонны 1 (Top Pressure)} = \text{Выходное давление насоса (Outlet Pressure)} + 0,6 \text{ бара}$$

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 4

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 490 кг/ч, диэтиленгликоля 290 кг/ч и триэтиленгликоля 90 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее

99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure)+0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 5**

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 480 кг/ч, диэтиленгликоля 280 кг/ч и триэтиленгликоля 80 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее 99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;

6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

$$\text{давление верха колонны 1 (Top Pressure)} = \text{Выходное давление насоса (Outlet Pressure)} + 0,6 \text{ бара}$$

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 6

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 450 кг/ч, диэтиленгликоля 250 кг/ч и триэтиленгликоля 50 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее 99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

$$\text{давление верха колонны 1 (Top Pressure)} = \text{Выходное давление насоса (Outlet Pressure)} + 0,6 \text{ бара}$$

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 7

После процесса гидратации оксида этилена, через центробежный насос с КПД 0.97 поток этиленгликоля 455 кг/ч, диэтиленгликоля 255 кг/ч и триэтиленгликоля 55 кг/ч с температурой 100<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 160<sup>0</sup>С перекрестным потоком диэтиленгликоля. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 200<sup>0</sup>С, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (МЭГ не менее



99,9% масс., ДЭГ не менее 99,8% масс., ТЭГ не менее 99,9%). Полученный чистый ДЭГ, поступая в теплообменник 1, нагревает исходную смесь.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы МЭГ, ДЭГ, ТЭГ при постоянном значении ТЭГ = 0,2 мольн. %.
2. Найдите значение поверхностного натяжения смеси МЭГ-ДЭГ (80/20 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток диэтиленгликоля, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из первой колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure)+0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках). Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 10,6 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 8**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 210 кг/ч, побочного циклогексанона 400 кг/ч и целевого циклогексанола 1250 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкости жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;

6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 9**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 200 кг/ч, побочного циклогексанона 390 кг/ч и целевого циклогексанола 1240 кг/ч с температурой 20°C и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71°C. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80°C перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 10**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 195 кг/ч, побочного циклогексанона 385 кг/ч и целевого циклогексанола 1235 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 11

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 180 кг/ч, побочного циклогексанона 370 кг/ч и целевого циклогексанола 1220 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.

2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 12

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 170 кг/ч, побочного циклогексанона 360 кг/ч и целевого циклогексананола 1210 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексананола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексананола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексананола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 13**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 160 кг/ч, побочного циклогексанона 350 кг/ч и целевого циклогексанола 1200 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 14**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 130 кг/ч, побочного циклогексанона 320 кг/ч и целевого циклогексанола 1170 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 15**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 140 кг/ч, побочного циклогексанона 330 кг/ч и целевого циклогексанола 1180 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80<sup>0</sup>С перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;

6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 16**

После процесса каталитического окисления циклогексана, через центробежный насос с КПД 0.9 поток непрореагировавшего циклогексана 100 кг/ч, побочного циклогексанона 290 кг/ч и целевого циклогексанола 1140 кг/ч с температурой 20°C и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 71°C. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 80°C перекрестным потоком целевого продукта, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (циклогексана не менее 99,9% масс., циклогексанола не менее 99,5% масс.). Полученный поток чистого циклогексанола, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий NRTL, а расчета энтальпии – Latent Heat;
- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;
- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;
- Давление потока до насоса 1 бар (исходный поток берется из емкости).

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы циклогексанола, циклогексанона, циклогексана при постоянном значении циклогексана = 0,1 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси циклогексанол - циклогексан (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 17**

После процесса каталитического окисления пропилена, через центробежный насос с КПД 0.95 поток акролеина 1400 кг/ч, уксусной кислоты 400 кг/ч и акриловой кислоты 250 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 40<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 50<sup>0</sup>С перекрестным потоком уксусной кислоты, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (акролеина не менее 99,9% масс., уксусной кислоты не менее 99,5% масс., акриловой кислоты не менее 99,5%). Полученный поток чистой уксусной кислоты, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы акролеина, уксусной кислоты, акриловой кислоты при постоянном значении акриловой кислоты = 0,3 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси акролеин- уксусная кислота (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### Контрольная работа № 1:

#### Вариант 18

После процесса каталитического окисления пропилена, через центробежный насос с КПД 0.95 поток акролеина 1350 кг/ч, уксусной кислоты 350 кг/ч и акриловой кислоты 100 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 40<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 50<sup>0</sup>С перекрестным потоком уксусной кислоты, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (акролеина не менее 99,9% масс., уксусной кислоты не менее 99,5% масс., акриловой кислоты не менее 99,5%). Полученный поток чистой уксусной кислоты, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;



- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы акролеина, уксусной кислоты, акриловой кислоты при постоянном значении акриловой кислоты = 0,3 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси акролеин- уксусная кислота (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 19**

После процесса каталитического окисления пропилена, через центробежный насос с КПД 0.95 поток акролеина 1340 кг/ч, уксусной кислоты 340 кг/ч и акриловой кислоты 90 кг/ч с температурой 20 °С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 40 °С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 50 °С перекрестным потоком уксусной кислоты, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (акролеина не менее 99,9% масс., уксусной кислоты не менее 99,5% масс., акриловой кислоты не менее 99,5%). Полученный поток чистой уксусной кислоты, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы акролеина, уксусной кислоты, акриловой кислоты при постоянном значении акриловой кислоты = 0,3 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси акролеин- уксусная кислота (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;

6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 1:**

#### **Вариант 20**

После процесса каталитического окисления пропилена, через центробежный насос с КПД 0.95 поток акролеина 1360 кг/ч, уксусной кислоты 360 кг/ч и акриловой кислоты 110 кг/ч с температурой 20<sup>0</sup>С и давлением 1,6 бара попадает в теплообменник 1, где нагревается до 40<sup>0</sup>С. После этого, поток, проходя теплообменник 2, в котором нагревается до 50<sup>0</sup>С перекрестным потоком уксусной кислоты, поступает последовательно в 2 ректификационные колонны. В данных колоннах проходит разделение потока до индивидуальных веществ (акролеина не менее 99,9% масс., уксусной кислоты не менее 99,5% масс., акриловой кислоты не менее 99,5%). Полученный поток чистой уксусной кислоты, поступая в теплообменник 2, нагревает входной поток.

При решении задачи, следует учесть, что:

- Термодинамическая модель расчета равновесий UNIFAQ, а расчета энтальпии – Latent Heat;

- Потери давления в каждом т.о. порядка 0,3 бар, а по длине каждой из колонн – 0,1 бар;

- Питание в каждую колонну подается на центральную тарелку;

- Давление потока до насоса 1 бар.

1. Начертите ТРху-диаграмму для трехкомпонентной системы акролеина, уксусной кислоты, акриловой кислоты при постоянном значении акриловой кислоты = 0,3 мольн. %.
2. Найдите значение вязкость жидкости смеси акролеин- уксусная кислота (70/30 мольн. %);
3. Рассчитайте описанную схему таким с минимально возможным числом тарелок в колоннах;
4. Замкните в рецикл поток уксусной кислоты, тем самым повысив эксергетический КПД системы;
5. Рассчитайте диаметр колонны 1 с ситчатыми тарелками;
6. Выполните анализ параметрической чувствительности и изобразите зависимость температуры дистиллята из второй колонны от изменения давления в нагнетающем центробежном насосе при учете, что давление верха колонны 1 (Top Pressure) подчиняется зависимости:

**давление верха колонны 1 (Top Pressure) = Выходное давление насоса (Outlet Pressure) - 0,6 бара**

(на потери в обоих теплообменниках).

**давление верха колонны 2 (Top Pressure) = давление кубового остатка колонны 1**

Пределы изменения выходного давления насоса от 1,6 бара до 2 бара.

### **Контрольная работа № 2:**

#### **Вариант 1**

4500 кмоль/ч разогретого до 100<sup>0</sup>С метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до 600<sup>0</sup>С, после второго до 1400<sup>0</sup>С, после чего попадают в 40 м<sup>3</sup> реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре 1650<sup>0</sup>С и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоль, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до Тх, после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до 110<sup>0</sup>С, смешивается с 2246 кмоль/ч циановодорода с температурой 110<sup>0</sup>С и попадает в реактор проточного типа, объемом 120 м<sup>3</sup>, где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моль, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру Тх, при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделяются в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 2

4400 кмоль/ч разогретого до 100<sup>0</sup>С метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до 600<sup>0</sup>С, после второго до 1400<sup>0</sup>С, после чего попадают в 40 м<sup>3</sup> реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре 1650<sup>0</sup>С и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоль, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до Тх, после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до 110<sup>0</sup>С, смешивается с 2146 кмоль/ч циановодорода с температурой 110<sup>0</sup>С и попадает в реактор проточного типа, объемом 120 м<sup>3</sup>, где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моль, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;

3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

### Контрольная работа № 2:

#### Вариант 3

4200 кмоль/ч разогретого до  $100^{\circ}\text{C}$  метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до  $600^{\circ}\text{C}$ , после второго до  $1400^{\circ}\text{C}$ , после чего попадают в  $40\text{ м}^3$  реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре  $1650^{\circ}\text{C}$  и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоль, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до  $T_x$ , после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до  $110^{\circ}\text{C}$ , смешивается с 1946 кмоль/ч циановодорода с температурой  $110^{\circ}\text{C}$  и попадает в реактор проточного типа, объемом  $120\text{ м}^3$ , где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моли, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 \cdot \text{ExpERT} \cdot C_{\text{HCN}} \cdot C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

### Контрольная работа № 2:

#### Вариант 4

4100 кмоль/ч разогретого до  $100^{\circ}\text{C}$  метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до  $600^{\circ}\text{C}$ , после второго до  $1400^{\circ}\text{C}$ , после чего попадают в  $40\text{ м}^3$  реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре  $1650^{\circ}\text{C}$  и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоль, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до  $T_x$ , после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до  $110^{\circ}\text{C}$ , смешивается с 1846 кмоль/ч циановодорода с температурой  $110^{\circ}\text{C}$  и попадает в реактор проточного типа, объемом  $120\text{ м}^3$ , где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моли, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 5

4000 кмоль/ч разогретого до 100 °С метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до 600<sup>0</sup>С, после второго до 1400<sup>0</sup>С, после чего попадают в 40 м<sup>3</sup> реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре 1650<sup>0</sup>С и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоли, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до  $T_x$ , после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до 110<sup>0</sup>С, смешивается с 1746 кмоль/ч циановодорода с температурой 110<sup>0</sup>С и попадает в реактор проточного типа, объемом 120 м<sup>3</sup>, где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моли, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 6

3500 кмоль/ч разогретого до 100<sup>0</sup>С метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до 600<sup>0</sup>С, после второго до 1400<sup>0</sup>С, после чего попадают в 40 м<sup>3</sup> реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре 1650 °С и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоли, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до  $T_x$ , после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до  $110^0\text{C}$ , смешивается с  $1246 \text{ кмоль/ч}$  циановодорода с температурой  $110^0\text{C}$  и попадает в реактор проточного типа, объемом  $120 \text{ м}^3$ , где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моли, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса  $14,7 \text{ кДж/кмоль}$ .

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 7

$3400 \text{ кмоль/ч}$  разогретого до  $100^0\text{C}$  метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до  $600^0\text{C}$ , после второго до  $1400^0\text{C}$ , после чего попадают в  $40 \text{ м}^3$  реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре  $1650^0\text{C}$  и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоли, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации:  $12,12 \text{ кДж/моль}$ , предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до  $T_x$ , после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до  $110^0\text{C}$ , смешивается с  $1146 \text{ кмоль/ч}$  циановодорода с температурой  $110^0\text{C}$  и попадает в реактор проточного типа, объемом  $120 \text{ м}^3$ , где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моли, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса  $14,7 \text{ кДж/кмоль}$ .

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру  $T_x$ , при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 8

3400 кмоль/ч разогретого до 100<sup>0</sup>С метана с давлением потока 2 бара, подогревается последовательно в двух теплообменниках: после первого до 600<sup>0</sup>С, после второго до 1400<sup>0</sup>С, после чего попадают в 40 м<sup>3</sup> реактор проточного типа, где происходит изотермический пиролиз метана до ацетилена при температуре 1650<sup>0</sup>С и давлении 2 бара.

Уравнение кинетической реакции задается в стандартном виде (Standart – all reactions); единицы измерения: бары, кмоль, секунды, л, кг, кДж. Энергия активации: 12,12 кДж/моль, предэкспоненциальный множитель:  $8 \cdot 10^6$ .

Продукты реакции последовательно проходят через второй и первый теплообменник, нагревая исходные реагенты. После этого, продукты попадают в криогенный теплообменник, где охлаждаются до Тх, после чего попадают в сепаратор (Flash#1), где водород отделяется от ацетилена.

Ацетилен, предварительно нагретый до 110<sup>0</sup>С, смешивается с 1146 кмоль/ч циановодорода с температурой 110<sup>0</sup>С и попадает в реактор проточного типа, объемом 120 м<sup>3</sup>, где происходит получение акрилонитрила.

При задании единиц измерения в виде: бары, к-моль, секунды, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:

$$\text{RxnRate001} = 901292 * \text{ExpERT} * C_{\text{HCN}} * C_{\text{C}_2\text{H}_2}$$

Энергия активации процесса 14,7 кДж/кмоль.

Составить полную схему процесса и определить:

1. Температуру потока реакционной массы, выходящего из теплообменника 1;
2. Мольную долю акрилонитрила в реакционной массе, выходящей из реактора 2;
3. Температуру Тх, при которой при данном давлении ацетилен и водород удовлетворительно разделятся в сепараторе. Почему взята именно эта температура?

Если термодинамическая система выбрана NRTL/Latent Heat.

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 9

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 5 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоль, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $\text{RxnRate001} = 0,8 * C_{\text{ГПИПБ}} * \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

1. Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н
2. Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 60±5<sup>0</sup>С.
3. Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 10

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,8 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоль, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 60±5<sup>0</sup>С.
- 3.Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

### Контрольная работа № 2:

#### Вариант 11

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,5 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоль, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-п
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 60±5<sup>0</sup>С.
- 3.Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

### Контрольная работа № 2:

#### Вариант 12

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,3 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.



С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоль, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-п
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 60±5<sup>0</sup>С.
- 3.Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 13**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,4 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоль, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-п
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 60±5<sup>0</sup>С.
- 3.Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 14**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 2,5 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,7 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой 10<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

1. Смоделировать данный реактор в режиме РИС-п
2. Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой  $20^{\circ}\text{C}$  с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
3. Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 15**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом  $2,5 \text{ м}^3$  и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) 4,7 кмоль при  $20^{\circ}\text{C}$  и давлении 4 бара протекает реакция разложения.

С момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 1 кмоль/ч исходного гидропероксида с давлением 5 бара и температурой  $10^{\circ}\text{C}$ , одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, кмоли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 0,8 \cdot C_{ГПИПБ} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 15,4$  [ед.изм.]

1. Смоделировать данный реактор в режиме РИС-п
2. Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой  $20^{\circ}\text{C}$  с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
3. Реализовать разделение продуктов реакции в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего ГПИПБ

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 16**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом  $1,6 \text{ м}^3$  и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой хлора и бензола по 5 кмоль при  $20^{\circ}\text{C}$  и давлении 5 бар протекает реакция хлорирования.

С целью разогрева реакции, через час после момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 10 кмоль/ч исходной смеси 1 к 1 с давлением 5 бара и температурой  $20^{\circ}\text{C}$ , одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, моли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 86,5 \cdot C_{\text{Cl}_2} \cdot C_{\text{benz}} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a = 34$  [ед.изм.]

1. Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н

2. Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 80±5<sup>0</sup>С.
3. Реализовать разделение продуктов реакции (хотя бы одного) в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего бензола

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 17

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 1,6 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой хлора и бензола по 4,8 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 5 бар протекает реакция хлорирования.

С целью разогрева реакции, через час после момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 10 кмоль/ч исходной смеси 1 к 1 с давлением 5 бара и температурой 20<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, моли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 86,5 \cdot C_{Cl_2} \cdot C_{benz} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a=34$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 80±5<sup>0</sup>С.
- 3.Реализовать разделение продуктов реакции (хотя бы одного) в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего бензола

## Контрольная работа № 2:

### Вариант 18

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 1,6 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой хлора и бензола по 4,7 кмоль при 20 °С и давлении 5 бар протекает реакция хлорирования.

С целью разогрева реакции, через час после момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 10 кмоль/ч исходной смеси 1 к 1 с давлением 5 бара и температурой 20<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, моли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 86,5 \cdot C_{Cl_2} \cdot C_{benz} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a=34$  [ед.изм.]

- 1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н
- 2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей

воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 80±5<sup>0</sup>С.

3.Реализовать разделение продуктов реакции (хотя бы одного) в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего бензола

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 19**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 1,6 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой хлора и бензола по 4,5 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 5 бар протекает реакция хлорирования.

С целью разогрева реакции, через час после момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 10 кмоль/ч исходной смеси 1 к 1 с давлением 5 бара и температурой 20<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, моли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 86,5 \cdot C_{Cl_2} \cdot C_{benz} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a=34$  [ед.изм.]

1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н

2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 80±5<sup>0</sup>С.

3.Реализовать разделение продуктов реакции (хотя бы одного) в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего бензола

## **Контрольная работа № 2:**

### **Вариант 20**

В стандартном реакторе смешения фирмы Pfaudler (США) объемом 1,6 м<sup>3</sup> и импеллерной мешалкой с начальной загрузкой хлора и бензола по 4,3 кмоль при 20<sup>0</sup>С и давлении 5 бар протекает реакция хлорирования.

С целью разогрева реакции, через час после момента начала реакции, в загрузочный люк начинают подавать 10 кмоль/ч исходной смеси 1 к 1 с давлением 5 бара и температурой 20<sup>0</sup>С, одновременно с этим, начинают сливать продукты реакции с такой же массой через донный клапан.

При задании единиц измерения в виде: бары, моли, минуты, л, кг, кДж, уравнение химической реакции описывается формулой:  $R_{xnRate001} = 86,5 \cdot C_{Cl_2} \cdot C_{benz} \cdot \exp(-E_a/RT)$ , где  $E_a=34$  [ед.изм.]

1.Смоделировать данный реактор в режиме РИС-н

2.Смоделировать систему поддержания температуры в реакторе посредством пропорционального клапана с обратной связью ПИД-регулятора расхода охлаждающей воды в рубашку с температурой 20<sup>0</sup>С с подбором клапана необходимого размера и подбором необходимых параметров регулятора. Целевая температура в реакторе 80±5<sup>0</sup>С.

3.Реализовать разделение продуктов реакции (хотя бы одного) в сепараторе или ректификационной колонне.

Моделирование проводить в динамическом режиме с начала пуска и до установления стационарного режима.

\*Реализовать рецикл непрореагировавшего бензола

### 3.2.2.1 Задания (вопросы) для оценки сформированности компетенций и индикаторов их достижения

#### Задания закрытого типа:

*ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.*

1. Какое максимальное количество добавок к бинарным смесям способен учитывать ChemCAD при построении диаграммы ТР-ХУ

а) не учитывает

**б) 1**

в) 2

г) 3

2. Можно ли выполнить оценку теплового эффекта реакции в программном комплексе ChemCAD?

**а) Можно для ограниченного количества веществ**

б) Можно для всех веществ

в) Нельзя без учета кинетических данных

г) Нельзя

3. Можно ли выгружать данные из программного пакета ChemCAD для дальнейшего использования в НИР?

а) Можно только в виде растрового изображения

б) Можно только в виде текстового документа

**в) Можно, в табличном виде, в виде текстового документа, а также в виде изображения**

г) Нельзя

4. Какими инструментами ChemCAD нужно воспользоваться для оценки температуры кипения индивидуальных веществ при давлении, отличном от атмосферного?

**а) Plot Properties**

б) Binodal Plot

в) Composition properties

**г) TPXY**

5. Каким инструментом ChemCAD нужно воспользоваться для автоматического расчета кинетического уравнения по экспериментальным данным?

а) Kinetic reactor

**б) Reaction rate regression**

в) SCDS

г) Gibbs reactor

6. Можно ли смоделировать воздействие электронагревательного элемента на водяную баню в программе ChemCAD?

а) **Да, с помощью модуля Heat Exchanger**

б) Нет. В ChemCAD можно считать только энергоносители в виде веществ

в) Да, косвенно, задавая, к примеру, водяной пар в качестве горячего теплоносителя с последующим пересчетом.

7. Можно ли давление  $\text{CO}_2$  на входе в длинную и тонкую пластиковую трубку, которая будет барботировать газ в реакционную массу, зная требуемый расход газа??

а) Да, смоделировав теплообменник;

б) Да, используя модуль Vessel

в) Нет

г) **Да, используя модуль Pipe.**

8. Можно ли, зная кинетику процесса, рассчитать, как будет вести себя реакция в колбе с течением времени в программе ChemCAD или можно считать только стационарные процессы?

а) **Да, можно, включив динамический процесс и модуль Batch**

б) Нет, нельзя

в) Да, можно, используя кинетический реактор KREA.

г) Да, можно, используя модуль колонны SCDS

9. В теории физической химии существуют различные типы систем. Одна из них – закрытая система. Пример из жизни: холодильная машина в лаборатории. Как известно, в ChemCAD у каждого аппарата есть вход и выход. Можно ли смоделировать такую систему?

а) Нет, нельзя. Вещество должно появляться в точках входа и уходить из симуляции в точках выхода.

б) Нет, нельзя. Нарисовав замкнутый контур не получится определить начало и конец симуляции.

в) **Да, можно, если последовательно рассчитать такую систему, а затем замкнув саму на себя.**

10. Для чего применяют ChemCAD?

а) Для точного расчета и формирования себестоимости проекта;

б) **Для оценочного экономического расчета с точностью около 20%;**

в) **Для моделирования оптимизации технологических процессов;**

г) Для моделирования примерных начальных показателей ПИД-регуляторов.

*ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.*

1. Какой фактор обуславливает величину срывного газосодержания в центробежных насосах?

а) при одном и том же газосодержании с увеличением подачи насоса наступает срыв подачи;

б) **влияние всех параметров на величину срывного газосодержания обусловлено изменением центробежных сил на выходе газожидкостной смеси из рабочего колеса;**

в) изменение подачи с ростом газосодержания представляет собой круто падающую кривую, приближающуюся к вертикальной;

г) с увеличением скорости вращения вала срывное газосодержание растет;

д) с увеличением дисперсности газожидкостной смеси на входе в насос срывное газосодержание растет.

2. Какие методы применяют для компенсации температурных расширений материалов при проектировании теплообменных аппаратов?

- а) Увеличение количества ходов по трубному пространству
- б) Увеличение ходов по межтрубному пространству
- в) Использование «линзовой» плавающей головки по трубному пространству или U-образных труб;**
- г) Использование трубных завихрителей

3. Какие применяются способы повышения эффективности работы теплообменников?

- а) увеличение поверхности теплообмена в единице объема аппарата, что достигается уменьшением диаметров теплообменных трубок;**
- б) оребрение трубок применением медных или алюминиевых ребер;**
- в) применение компенсаторов в кожухе теплообменника
- г) турбулизация потока.**

4. Как изменяется температура в колонне с низа – вверх?

- а) не изменяется
- б) скачкообразно
- в) понижается
- г) повышается**

5. Какая из формул является уравнением теплопередачи?

- а)  $Q = Gc(t_{1н} - t_{1к})$
- б)  $Re = Vd\rho/\mu$
- в)  $Q_1 = Q_2 + Q_n$
- г)  $Q = KF\Delta T_{ср}t$**

6. Какие характеристики влияют на поток по колонне (производительность самой колонны)?

- а) Диаметр колонны и сопротивление насадки;**
- б) Флегмовое число
- в) Высота колонны
- г) Количество стриппинг-секций по колонне

7. В качестве перемешивающего устройства в реакторе используется асинхронный двигатель с частотным регулятором. Как изменится момент на перемешивающем устройстве при понижении частоты двигателя относительно номинальной?

- а) повысится
- б) понизится**
- в) не изменится

8. Что показывает формула  $C_v = \frac{Q^* \sqrt{G}}{\sqrt{\Delta P}}$  ?

- а) Формула коэффициента разделения в ректификационной колонне при определенной массовой подаче и перепаде давления при определенной объемной подаче сырья;
- б) Формула описывает коэффициент загрязнения в теплообменном аппарате;

**в) Формула пропускной способности клапана;**

г) Формула выбора пропорционального коэффициента регулирования при подстройке регулятора насосного оборудования.

9. Как изменить состав азеотропа при ректификации?

а) использовать более высокую колонну;

**б) изменить давление в системе;**

в) увеличить подачу исходного реагента;

г) изменить диаметр колонны.

10. Какие характеристики влияют на производительность роторного испарителя в лаборатории?

А) длина колбы-приемника при постоянстве площади испарения

б) высота колбы-испарителя при постоянстве площади испарения

в) диаметр колбы-испарителя при постоянстве площади испарения

**г) площадь испарения**

*ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.*

1. Какие материалы предпочтительно применяются для производства оборудования для химико-технологических систем для производства биологически активных веществ и лекарственных средств для узлов, контактирующих с продуктом?

а) AISI304 / 08X18H10

**б) AISI 316L/ 03X17H14M3**

в) AISI 321 / 12X18H10T

г) 09Г2С / 13Мн6

2. Чем отличается кожухотрубный теплообменник, изображенный на рисунке от классического? Допустимо ли его применение в производствах АФС?



а) Сильфонный компенсатор на кожухе. Нельзя применять, т.к. из ребер компенсатора невозможно вымыть продукт.

б) Плоский фланец на кожухе. Нельзя использовать, т.к. в кожух подается жидкость под высоким давлением.

в) Отсутствие фланца на трубной решетке. Допустимо применять, т.к. в фармацевтических производствах всё собирается на clamp-соединениях.



г) Трубная решетка кожуха отделена от трубной решетки трубного пространства. Допустимо и желательно для ликвидации возможной контаминации теплоносителя и продукта.

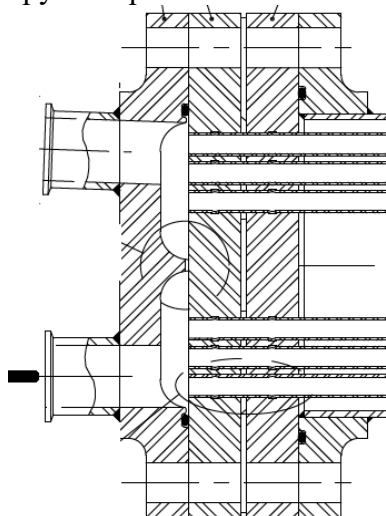
3. Какой предпочтителен коэффициент запаса площади теплообменного аппарата для его производства?

- а) 3-5%
- б) 10-15%**
- в) 15-30%
- г) 30-50%

4. Какой регулятор предпочтителен для использования в химико-технологической системе ввиду его скорости регулирования и отсутствия статической ошибки регулирования?

- а) релейный (гистерезис)
- б) пропорциональный
- в) пропорционально-интегральный
- г) пропорционально-интегрально-дифференциальный**

4. Для применения в производстве АФС использован двухходовой теплообменник у которого головка теплообменника выполнена в виде, изображенном на рисунке. Для чего пространство, выделенное окружностью выполнено с неплотным прилеганием к трубной решетке?



- а) Для полного самодренирования жидкости после прекращения течения по трубному пространству;**
- б) Для того, чтобы при превышении сопротивления, лишняя жидкость сбрасывалась на выход, с целью предотвращения деструкции трубного пространства;
- в) Для понижения себестоимости изготовления;
- г) Данное исполнение не подходит для применения в производстве АФС, т.к. оно не допускает наличие щелей.

6. Какова максимальная длина патрубка диаметром  $D$  на крышке для аппаратов с мешалкой, образующих мёртвую зону, если данный аппарат применяется для производства лекарственных средств?

- а) патрубков и штуцеров на крышке аппарата быть не должно, как и любых мертвых зон. Приваривают асептические фланцы без патрубков.

**б) (2,5-3)xD**

в) (4-5)xD

г) (5-10)xD

7. С помощью каких уплотнений в перемешивающих устройствах можно добиться гарантии отсутствия контаминации продукта?

а) Сальниковые;

б) Торцевые;

**в) Двойные торцевые со смазыванием;**

**г) Магнитные**

8. Какой критерии при создании реакционного узла для производства ЛС должен быть главенствующим?

**а) промываемость аппаратуры: отсутствие застойных зон и рисков контаминации;**

б) энергоэффективность аппарата с целью снижения стоимости;

в) производительность: чем выше производительность, тем ниже операционные затраты на единицу продукции.

9. Какие клапаны предпочтительно выбирать при построении химико-технологической схеме в производстве лекарственных средств?

а) шаровые

б) седельные

в) пневматические

**г) мембранные**

10. Какая степень фильтрации считается стерилизующей от посторонней микрофлоры?

а) 5 мкм

б) 1 мкм

**в) 0,2 мкм**

г) 0,02 мкм

*ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.*

1. Для каких веществ применяют модель расчета констант термодинамического равновесия SRK?

а) Электролиты, с диссоциацией HCl, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>.

б) Циклические углеводороды, галогенизированные углеводороды, некоторые полярные соединения.

в) Неполярные углеводороды, тяжелые углеводороды, давление от 7 бар до 200 бар, температура от -18°C до 430 °C.

**г) Системы углеводородов, давление больше 10 бар.**

2. Для каких веществ применяют модель расчета констант термодинамического равновесия PRAQ?

**а) Электролиты, с диссоциацией HCl, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>.**

б) Сильно неидеальные смеси, гомогенные азеотропы, неидеальные растворы с растворимыми солями, модель требует задания ПБВ

- в) Неполярные углеводороды, тяжелые углеводороды, давление от 7 бар до 200 бар, температура от -18°C до 430 °C.
- г) Системы углеводородов, давление больше 10 бар.

3. Для каких веществ применяют модель расчета констант термодинамического равновесия Wilson?

- а) Электролиты, с диссоциацией HCl, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>.
- б) Циклические углеводороды, галогенизированные углеводороды, некоторые полярные соединения.
- в) Сильно неидеальные смеси, гомогенные азеотропы, неидеальные растворы с растворимыми солями, модель требует задания ПБВ**
- г) Системы углеводородов, давление больше 10 бар.

4. В каком ректификационном модуле программного комплекса ChemCAD можно рассчитать химическую абсорбцию?

- а) Shor
- б) Tower
- в) Tower+
- г) SCDC**

5. Какой из массообменных модулей расчета программного комплекса ChemCAD не учитывает физико-химические свойства смесей и служит лишь вспомогательным инструментом для процесса?

- а) Flash
- б) Shor
- в) Component Separator (CSEP)**
- г) Vessel

6. Что такое VIPs в программном комплексе ChemCAD?

- а) Коэффициент активности компонента
- б) Фугитивность летучих веществ
- в) Коэффициент бинарного взаимодействия между компонентами**
- г) Модуль расчета больших индивидуальных трубопроводов

7. Чем отличается использование модуля PID controller и controller?

- а) первый для точного регулятора ПИД, второй для релейного регулирования
- б) Первый для моделирования в динамическом режиме по ПИД закону, а второй для стационарных процессов.**
- в) Первый применим только для ПИД-закона, а второй только в связке с запорно-регулирующей арматурой
- г) Первый используют только с теплообменными аппаратами, а второй с массообменными и запорно-регулирующей арматурой

8. С помощью какого инструмента можно, проварьировать несколько параметров, узнать, каким образом это влияет на систему?

- а) Data reconciliation
- б) Optimization**

## в) Sensitivity Study

9. Какой из вспомогательных модулей расчета программного комплекса ChemCAD предназначен для моделирования периодических процессов с использованием циклограмм?

**а) Ramp**

б) Vessel

в) SCDC

г) Node

10. Какое количество параметров является необходимым и достаточным для термодинамического определения состояния потока?

а) один: Температура

б) два: температура и давление

в) три: давление, коэффициент вещества в парообразном состоянии, температура

**г) два: любые два из списка (давление, коэффициент вещества в парообразном состоянии, температура)**

*ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.*

1. Механизм действия феноксиалканкарбоновых кислот

а) синтетические аналоги цитокининов;

б) синтетические аналоги абсцизовой кислоты;

**в) синтетические аналоги ауксинов;**

г) природные аналоги абсцизовой кислоты;

д) синтетические аналоги гиббереллинов;

2. К ингибиторам транспорта электронов митохондриального комплекса I относится

а) феноксикарб;

б) фентион;

**в) фенпироксимат;**

г) фенотрин;

д) ни один из приведенных препаратов;

3. В синтезе карбоксина для циклизации с образованием 1,4-оксатиинового цикла используют

а)  $\text{COCl}_2$ ;

**б)  $\text{TsOH}$ /бензол,  $t^\circ$ ;**

в)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ;

г) меркаптоэтанол;

д)  $\text{SnCl}_4$ ;

4. В синтезе параквата ключевой интермедиат дипиридил получают

**а) действием металлического натрия на пиридин с последующими гидролизом и окислением интермедиата;**

б) действием метиойодида на пиридин с последующими фотоокислением интермедиата;

в) окислением пиридина до N-оксида с последующим введением в реакцию нуклеофильного замещения;

г) действием металлического натрия на пиридин с последующим окислением интермедиата;

д) действием металлического натрия на пиридин с последующим гидролизом интермедиата;

5. Промышленный способ синтеза декаметриновой кислоты из каронового альдегида предполагает его обработку

- а)  $\text{CBr}_4$  в присутствии  $\text{PPh}_3$ ;
- б)  $\text{CBr}_4$  в присутствии  $t\text{BuOK}$ ;
- в)  $\text{CHBr}_3$  в присутствии  $t\text{BuOK}$ ;**
- г)  $\text{CHBr}_3$  в присутствии  $\text{NaOH}$ ;
- д)  $\text{CHBr}_3$  в присутствии  $\text{PPh}_3$ ;

6. Ключевым интермедиатом в синтезе тиаметоксама является

- а) пропаргиламин;
- б) циантиомочевина;
- в) 2-хлор-5-хлорметилпиридин;
- г) 5-хлорметил-2-хлортиазол;**
- д) ни один из перечисленных продуктов;

7. В синтезе пропиконазола при использовании в качестве реагента 2-бром-2,4-дихлорацетофенона

- а) получают триазольное производное;
- б) получают имидазольное производное;
- в) получают эпоксидное производное;
- г) получают диоксолановое производное;**
- д) все вышеперечисленные ответы неверны;

8. Диафентиурон относится к классу

- а) карбодиимидов;
- б) тиомочевин;**
- в) мочевин;
- г) фенилмочевин;
- д) фениламинов;

9. Для введения морфолинового фрагмента в структуру диметоморфа используют

- а) N-ацетилморфолин;**
- б) морфолин;
- в) диэтаноламин;
- г) N-метилморфолин;
- д) бис(2-хлорэтиловый)эфир,  $\text{NH}_3$ ;

10. Реакцию Кори-Чайковского проводят в присутствии

- а) слабого основания;
- б) сильного основания;**
- в) комплексов переходных металлов;
- г) сильной кислоты;
- д) слабой кислоты;

*ПК-5.3. Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.*

1. Влияние сольватации, основности и полярности растворителя учитывает:

- а) эмпирический параметр полярности  $E_t$ ;
- б) уравнение Пальма-Коппеля;**
- в) одновременное влияние нескольких параметров на скорость;

- г) влияние заместителя и температуры;
2. В сложных реакциях важнейший технологический параметр:
- а) параллельность реакции;
  - б) селективность;**
  - в) реакции разных порядков;
  - г) наличие последовательных реакций;
3. Для построения многопараметровой модели применяют:
- а) методы изучения влияния растворителей на скорость реакции;**
  - б) сложное аппаратное оформление изучения влияния растворителей на скорость реакции;
  - в) ограничения, возникающие при изучении влияния растворителей на скорость реакции;
  - г) расширенный математический аппарат;
4. Для определения ингибирования или автокатализа применяют:
- а) временной порядок реакции;
  - б) концентрационный порядок реакции;
  - в) сравнение концентрационного и временного порядков;**
  - г) графическое определение порядка реакции;
5. Для установления порядка реакции пользуются
- а) сведением реакции к нулевому порядку;
  - б) интегральные методы определения порядка реакции;
  - в) дифференциальные методы определения порядка реакции;
  - г) методом Вант-Гоффа;**
6. Первичный этап оценки констант реакций допускает:
- а) обратимые реакций первого порядка;
  - б) частные случаи обратимых реакций второго порядка;
  - в) математический аппарат для расчета констант;
  - г) графические методы;**
7. Для установления механизмов реакций используют:
- а) уравнение Гаммета;
  - б) нелинейность уравнения Гаммета;
  - в) влияние растворителя на уравнение Гаммета;**
  - г) дополнения Ингольда к уравнению Гаммета;
8. Уравнение Аррениуса описывает:
- а) влияние температуры на скорость реакций;**
  - б) влияние механизма на зависимость скорости реакции от температуры;
  - в) влияние механизма на энергию активации;
  - г) влияние температуры на обратимые реакции;
9. Наиболее трудными с точки зрения поиска кинетических параметров являются:
- а) сложные реакции;
  - б) обратимые реакции первого порядка;
  - в) обратимые реакции второго порядка;
  - г) обратимые реакции третьего порядка;**
10. Влияние стерических факторов наряду с индуктивными эффектами описывает:
- а) уравнение Тафта;**

- б) уравнения Гаммета;
- в) уравнение Коппеля -Пальма;
- г) уравнение Амиса;

### Задания открытого типа

*ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.*

1. Каким образом можно выполнить расчет диаграммы ТР-ХУ для трехкомпонентной смеси веществ в программном комплексе ChemCAD?

Ответ:

Воспользовавшись модулем Plot – ТРХУ, задав первый и второй компонент, зафиксировав температуру или давление расчета, а также задав постоянную концентрацию третьего компонента.

2. Как можно узнать вязкость будущей реакционной массы, используя информационно-коммуникационные технологии?

Ответ:

Воспользовавшись ChemCAD, создав поток с необходимыми веществами в нужных концентрациях при нужных условиях (температуре и давлении), затем обратившись к инструменту Stream Property. Параметр Visc будет искомым.

3. Каким образом можно оценить свойства ранее неизвестных веществ?

Ответ: В ChemCAD можно создать новое вещество, скопировав наиболее похожее по структуре. Затем выполнить коррекцию по структуре, молекулярной массе и атомному составу и рассчитать свойства стандартными путями.

4. Можно ли каким-то образом, не имея справочных данных о теплотах образования индивидуальных веществ оценить тепловой эффект химической реакции, проводимой в лаборатории?

Ответ:

В программе ChemCAD можно смоделировать реактор, например, равновесный, который благодаря имеющейся в базе данных информации, сможет приблизительно оценить тепловой эффект и будущую температуру реакционной массы в адиабатическом режиме.

5. В вашей научно-исследовательской работе требуется выделить вещество перегонкой при давлении, ниже, чем атмосферное для понижения температуры кипения. Как узнать, при какой температуре проводить отбор продукта, если данные о температуре кипения при заданном давлении отсутствуют в открытых источниках?

Ответ:

В программе ChemCAD можно создать требуемую смесь веществ в потоке, указать давление перегонки и проварьировать температуру так, чтобы в газовой фазе оказался только продукт. Подобранная температура и будет искомой.

6. В научной работе были сняты экспериментальные зависимости концентрации исходных веществ или продуктов в зависимости от времени прохождения процесса. Можно ли в автоматизированном режиме получить кинетическое уравнение процесса?

Ответ:

Можно, в программе ChemCAD при помощи инструмента Reaction Rate Regression, импортировав в программу экспериментальные точки в формате программы Excel.

7. Можно ли подобрать клапан на лабораторную установку с помощью ChemCAD?

Ответ:

При помощи анализа параметрической чувствительности можно построить график зависимости коэффициента пропускной способности клапана от расхода смеси при нужном перепаде давления и найти оптимальное значение.

8. При расчете масштабирования на НИОКР каким образом можно быстро посчитать, какой теплообменник будет стоить дешевле?

Ответ:

Можно провести поверочный расчет для нужных теплообменников в программе ASPEN HTFS+, в которой можно получить приблизительную стоимость теплообменника.

9. В лаборатории требуется получить вещество при помощи простой перегонки продукт с требуемой чистотой. Как можно рассчитать количество перегонок продукта для достижения требуемой чистоты?

Ответ:

Можно произвести расчет ректификации в программе ChemCAD до необходимой концентрации. Количество тарелок в укрепляющей части будет являться количеством простых перегонок в лаборатории.

10. Как можно быстро оценить количество вещества на первой стадии, которое требуется для наработки в многостадийном синтезе?

Ответ

Можно использовать программу ChemProject, в которой задать необходимые экспериментальные параметры на каждой стадии, что даст возможность оценить необходимое количество исходных веществ.

*ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.*

1. От чего зависит коэффициент теплопередачи?

Ответ

- От коэффициента теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке;
- От коэффициента теплоотдачи от холодного теплоносителя к стенке;
- От коэффициента термического сопротивления плоской многослойной стенки.

2. Назовите основные характеристики для центробежных насосов, определяющих их применимость в процессах.

Ответ

- Напор;
- Подача (производительность);
- Глубина всасывания;
- кавитационный запас;



- полезная мощность;
- КПД.

3. Что такое характеристика центробежного насоса?

Ответ:

Характеристика центробежного насоса — графическая зависимость основных технических показателей от подачи при постоянных значениях частоты вращения, плотности и вязкости жидкости на входе в насос.

4. Что такое флегма и на что влияет флегмовое число?

Ответ

Флэгма (греч. phlegma — слизь, мокрота) — часть дистиллята, возвращаемая на тарелку в верхней части ректификационной колонны проходя при этом процесс рециркуляции. Флагема, двигаясь по колонне вниз, обогащается тяжелокипящим компонентом, удаляя его из дистиллята. Имеет такой же состав, как и дистиллят. Чем выше флегмовое число, тем ниже производительность (отбор) колонны, но тем выше чистота легкокипящего компонента.

5. Какое основное отличие объемного реактора с мешалкой в отличие от реактора вытеснения?

Ответ:

В реакторе с мешалкой условно можно считать, что градиент концентрации реагирующих веществ по объему аппарата равен нулю в отличие от реакторов вытеснения, в которых градиент концентраций равен нулю лишь по сечению реактора, а по длине характеризуется кинетикой процесса.

6. В реакторах смешения имеется несколько видов теплообменных устройств. Какие это устройства и какие из них наиболее эффективны?

Ответ:

- Рубашка. Самый дешевый предельный случай, аналог труба-в-трубе. Наименее эффективный, но наиболее «чистый» с точки зрения промываемости, застойных зон и асептики;
- Полутруба на наружной стенке аппарата. Промежуточный вариант. Имеет хорошую эффективность, высокую степень чистоты с точки зрения застойных зон.
- Змеевик в аппарате. Наиболее высокая эффективность ввиду высокой турбулизации теплоносителя и высокой площади теплообмена. Самый «грязный» вариант.

7. Какое значение коэффициента масштабирования при отработке технологии является оптимальным для минимизации ошибок отработки реакторного и теплообменного оборудования?

Ответ

Коэффициент масштабирования для реакционных аппаратов обычно составляет 10-15, а для теплообменных — не более 100.

8. С чем связано использование эллиптических, торосферических и сферических крышек и заглушек в аппаратах, ведь плоская крышка гораздо проще в изготовлении?

Ответ

Причиной тому является неравномерная нагрузка со стороны жидкости на различные участки ёмкости. Если же ёмкость будет сферической, нагрузка на все участки ёмкости будет равномерной, что избавит конструкцию от перегрузок. Соответственно, применение эллиптической заглушки позволяет понизить толщину изделия, а значит металлоемкость и цену.

9. Известно, что в фармацевтике имеются требования к расположению штуцеров в асептическом оборудовании. Одним из них является положительный угол штуцеров по отношению к горизонтали. Какую величину составляет этот угол и для каких целей он составляет ненулевую величину?

Ответ:

Угол приварки штуцеров является важной составляющей асептических аппаратов ввиду самодренирования реакционной массы или продукта из данных штуцеров. Этот угол должен составлять от 5 до 15° по отношению к горизонтали аппарата.

*ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.*

1. Какие преимущества имеет пластинчатый теплообменник перед кожухотрубным?

Ответ

- длительный срок эксплуатации;
- высокая эффективность теплопередачи;
- небольшие габариты, компактность;
- низкие эксплуатационные затраты.

2. Что будет, если при сборке пластинчатого теплообменника нарушится правильная последовательность пластин?

Ответ

При изменении компоновки пакета пластин изменятся все расчетные характеристики (гидравлическое сопротивление, температуры на выходе) теплообменника.

3. Какие методы интенсификации теплообмена можно применять для кожухотрубных теплообменных аппаратах?

Ответ

- Оребрение труб;
- Коллекторный подвод и отвод рабочего вещества;
- скрутка труб;
- введение дополнительных отбойных перегородок по межтрубному пространству;
- увеличение числа ходов по трубному пространству;
- теплоизоляция

4. Известно, что в качестве контактных элементов в ректификационных колоннах используется насадка, а также различные виды тарелок. Назовите плюсы и минусы первого и второго варианта:

Ответ

Нерегулярная насадка, например, спирально-призматическая, имеет весьма высокую степень разделения. Высота одной эквивалентной теоретической тарелки может достигать до

сантиметров, но при этом очень сильно падает пропускная способность и производительность насадки.

Регулярная насадка в данном случае выступает промежуточным вариантом, имея неплохую производительность при хорошей степени разделения, в отличие от нерегулярной насадки, проста в изготовлении, чаще всего представляет собой сборные элементы из гнутой сетки.

Тарелки – самый дорогой вариант контактных устройств, который оправдан для очень больших расходов по колонне и, соответственно, больших диаметров. Также данные контактные устройства легко чистятся, меняются, но имеют низкую эффективность. Применяются в промышленных колоннах с низким перепадом давления по колонне.

5. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход тепла при ректификации. Оптимальное флегмовое число.

Ответ

Поскольку проведение ректификации связано с испарением жидкости и соответствующими затратами тепла, на основании изложенного можно сформулировать одно из важнейших правил ректификации: с уменьшением флегмового числа и, следовательно, затрат тепла на проведение процесса уменьшается движущая сила, и наоборот.

Оптимальное (рабочее) флегмовое число можно найти, исходя из минимального объема колонны. Количество пара, проходящего через ректификационную колонну, равно  $V_P = G_P(R+1)/(3600\rho_G)$ , где  $V_P$ - объемная скорость пара в колонне, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_G$ - плотность смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $G_P$ - количество дистиллята, кг/ч

Сечение колонны при заданной скорости пара и  $G_P$  является величиной, пропорциональной  $(R+1)$ , а высота аппарата пропорциональна числу единиц переноса. Следовательно, произведение  $m x (R+1)$  пропорционально рабочему объему аппарата.

6. Какие требования предъявляются к оборудованию, используемому при производстве лекарственных средств?

Ответ

Оборудование, используемое на всех стадиях до стерилизации, должно конструировать и эксплуатироваться так, чтобы свести к минимуму возможность контаминации готового продукта микроорганизмами. Оборудование должно быть промываемым, с отсутствующими щелями и мертвыми зонами.

7. Для каких процессов предпочтителен реактор смешения в непрерывном исполнении?

Ответ:

Для сильноэзотермических и быстро протекающих процессов ввиду высокой интенсивности теплоотвода.

8. Какие требования предъявляют к стерилизующим фильтрам 0,2 мкм в фармацевтическом производстве?

Ответ

Материал стерилизующих фильтров должен быть выполнен не из волоконных материалов, в частности, из спеченных порошков, например, PTFE для предотвращения контаминации продукта на поздних стадиях производства.

9. Какие материалы предпочтительно использовать для производства аппаратов на фармацевтических производствах?

Ответ

Нержавеющие стали семейства молибденовых и титановых сталей, таких как AISI316L и AISI316Ti. В качестве прокладок допустимо использование инертных к реагентам и продуктам материалов: PTFE, ECTFE, Viton, FKM в зависимости от термобарических условий. Для сильно коррозионных процессов возможно использование никелевых сталей, а также плакирование цирконием и танталом.

10. Каким образом можно увеличить интенсификацию реакции газ-жидкость?

Ответ:

- Увеличить скорость вращения перемешивающего устройства;
- Уменьшить типоразмер пузырьков путем понижения сечения отверстий в барботажном устройстве;
- Увеличить время пребывания газа в жидкой фазе, увеличив слой жидкости или понизив скорость газа по аппарату.

*ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.*

1. Какую термодинамическую систему вы бы выбрали при расчете хемосорбера на основе водных растворов?

Ответ:

PRAQ

2. Каким образом происходит выполнение симуляционного расчета в программе ChemCAD?

Ответ:

Сначала требуется выбрать весь комплект присутствующих в симуляции веществ, затем, в соответствии с набором веществ и термобарическими условиями, выбирается метод расчета термодинамических равновесий. После этого оператор программы должен приступить к выбору временного метода расчета: динамический или статический. После этого, приступить к построению технологической схеме и прямым задачам расчета.

3. Можно ли визуально упростить технологическую схему в программе ChemCAD при том же самом функционале?

Ответ:

Да, можно. В расчетный модуль Meta можно включать внешние симуляции. Это позволяет проводить создание стандартных технологических модулей, а также дублировать их.

4. Каким образом можно осуществлять сложные формульные расчеты и зависимости между различными факторами в технологических схемах ChemCAD?

Ответ:

Для расчета сложных не связанных между собой факторов в симуляции можно применять инструмент DataMap, который в заданный момент может осуществлять импорт и экспорт

значений из книги Excel в симуляцию и обратно. Внутри книги можно осуществить любые программные расчеты, в том числе, с использованием языка программирования VisualBasic.

5. Какое количество химических реакций можно учитывать в одном технологическом узле в программном комплексе ChemCAD?

Ответ  
512

6. Можно ли вводить новые нестандартные аппараты в программный комплекс ChemCAD? Если да, то как?

Ответ:  
В программный комплекс ChemCAD можно вводить и дублировать любые химические аппараты. Основным методом является инструмент Unitop Designer – Edit UnitOp Symbols.

7. Каким образом в программе ChemCAD можно учесть селективность для параллельных процессов в сложных реакциях?

Ответ  
Селективность в процессах можно учесть только при наличии кинетических уравнений для каждой из реакций. Совокупность скоростей реакций, идущих параллельно и будут являться основным критерием, который может смоделировать и учесть селективность в подобных случаях.

8. Какие основные методы расчета имеются в программе ChemCAD для кинетических реакторов?

Ответ:  
Реакторы в программе ChemCAD в кинетическом модуле можно рассчитать при помощи фиксации либо объема аппарата, либо конверсии аппарата.

9. В каком расчетном модуле можно выполнить расчет физической или химической абсорбции с учетом химической реакции.

Ответ  
В случае известной кинетики процесса хемосорбцию возможно рассчитать при помощи модуля колонного аппарата SCDS, но для этого необходимо знать кинетику процесса, либо иметь данные о термодинамическом равновесии системы, а также коэффициенты бинарного взаимодействия.

10. Каким образом можно избавиться от эффекта запаздывания при регулировании температуры в реакторе через регулирование температуры теплоносителя.

Ответ:  
Для нивелирования эффекта необходимо использовать два регулятора, один из которых будет регулировать температуру теплоносителя. Второй регулятор будет регулировать температуру в реакторе, имея на выходе величину  $\Delta T$ , на которую заданная температура теплоносителя будет отличаться от текущей. Такой режим регулирования называется каскадным регулированием.

*ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.*

1. Основной метод получения 2,4-Д заключается в

Ответ: конденсации 2,4-дихлорфенолята и хлорацетата натрия.

2. В синтезе фипронила для введения  $S(=O)CF_3$  группы используется

Ответ:  $CF_3SOCl$ .

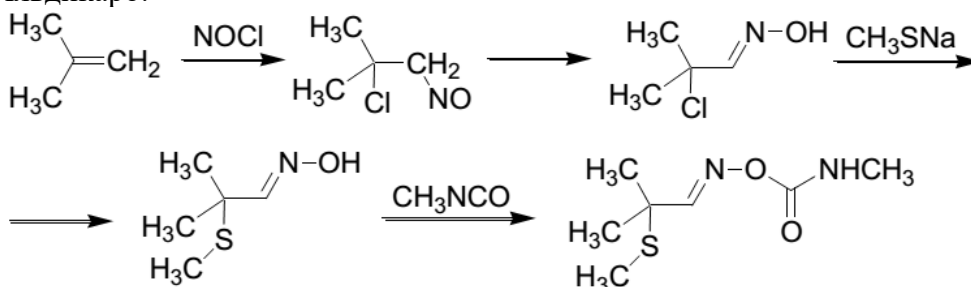
3. Пирибутикарб в организмах грибов действует на:

Ответ: способность грибов синтезировать стерины.

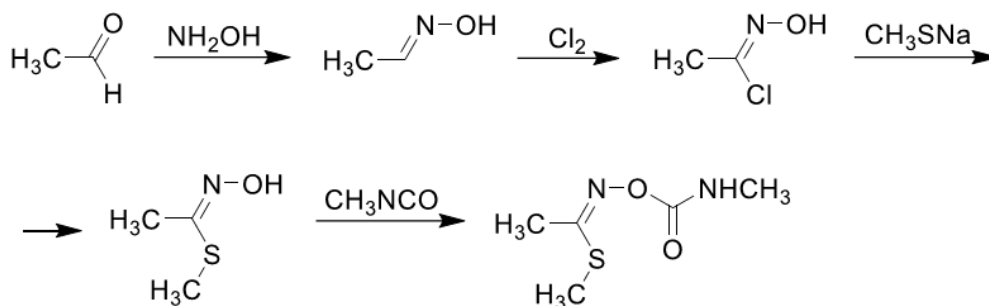
4. Приведите примеры модификации метилкарбаматов оксимов, предпринятые с целью снижения токсичности.

Ответ:

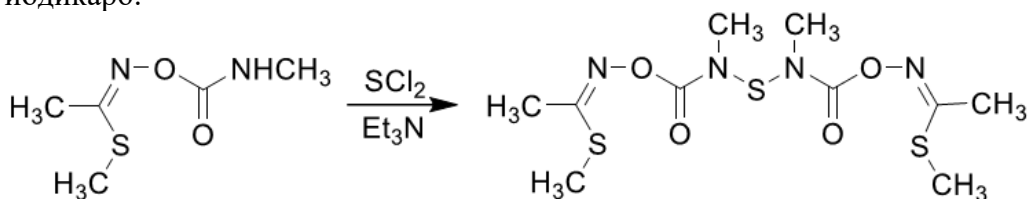
Альдикарб:



Метомил:

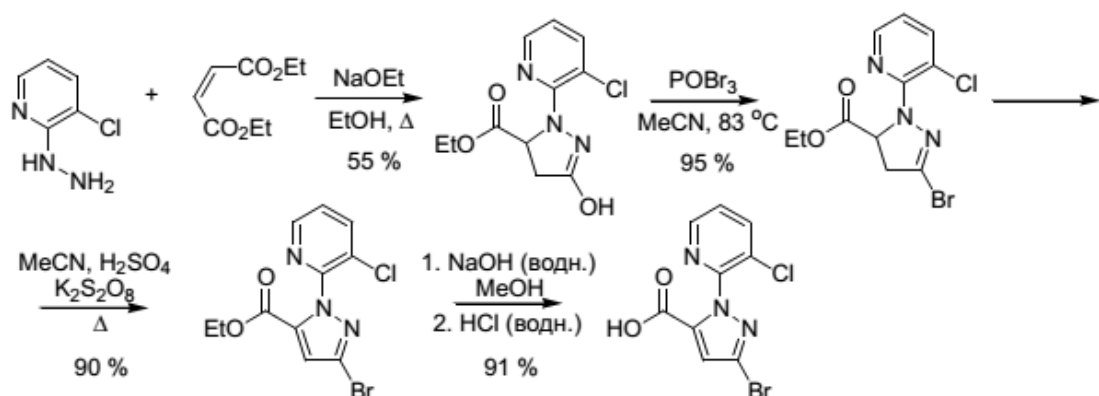


Тиодикарб:

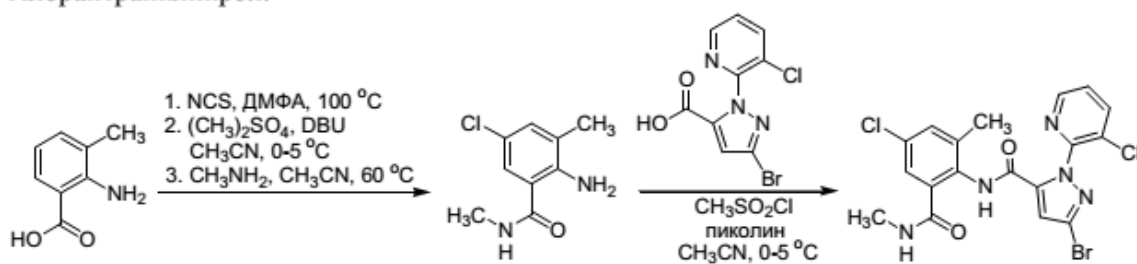


5. К модуляторам рианодиновых рецепторов относятся (приведите схемы синтеза).

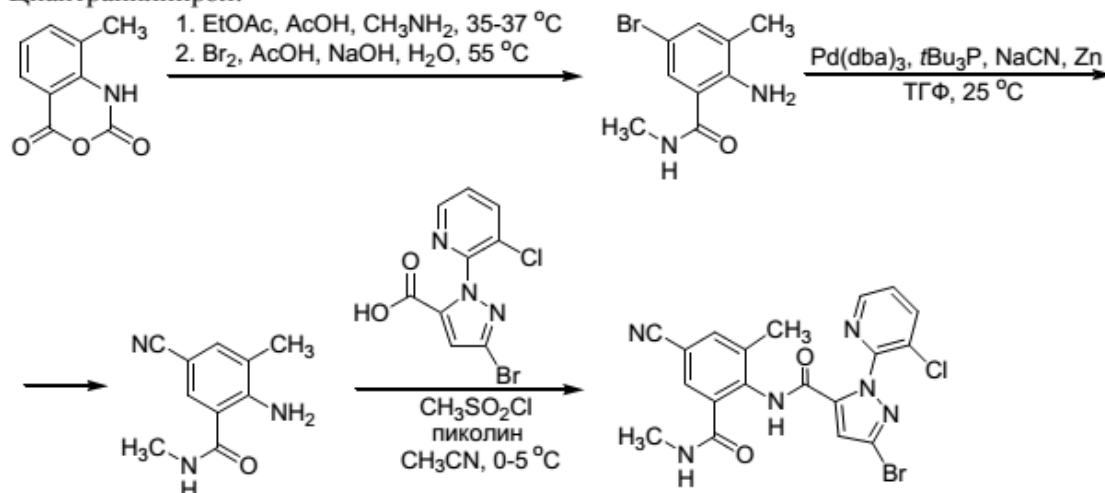
Ответ: диамиды – хлорантранилипрол, циантранилипрол.



Хлорантранилипрол:



Циантранилипрол:

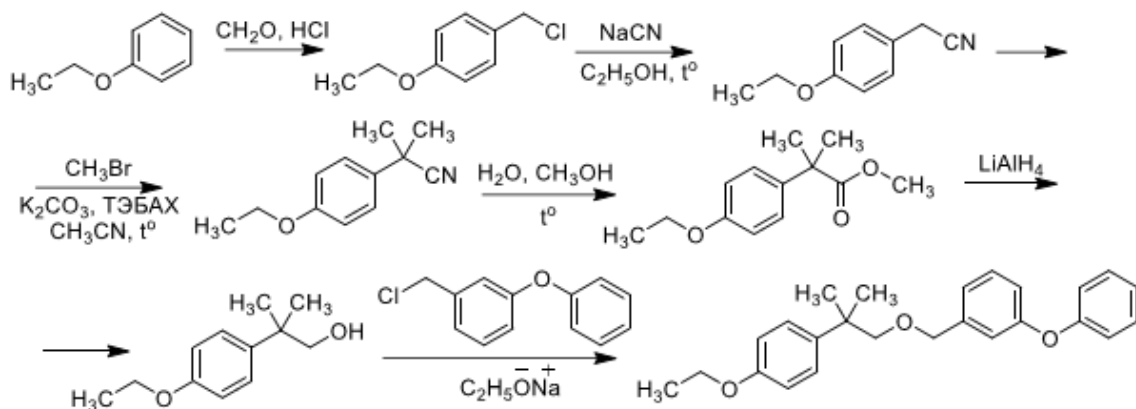


6. В чем заключается механизм действия азольных фунгицидов? Каковы особенности их применения?

Ответ: Ингибиторы биосинтеза эргостерина, на стадии C14 –деметилирования ланостерина. Блокируют Р-450 цитохромоксидазу связываясь с атомом Fe гема. Широкий спектр действия – активны против аско-, базидо-, дейтеромицеты, но не действуют на оомицеты. Средняя скорость возникновения резистентных штаммов.

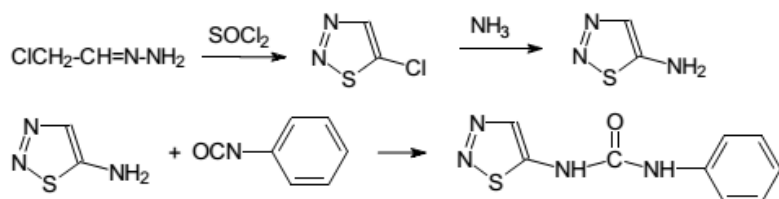
7. Приведите пример модификации структуры пиретроидов, не содержащих циклопропановый и сложнэфирный фрагменты (*приведите схему синтеза*).

Ответ: синтез этофенпрокса.



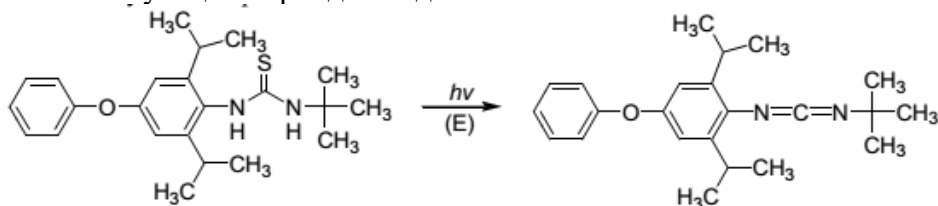
8. Приведите схему синтеза тидиазурона

Ответ:



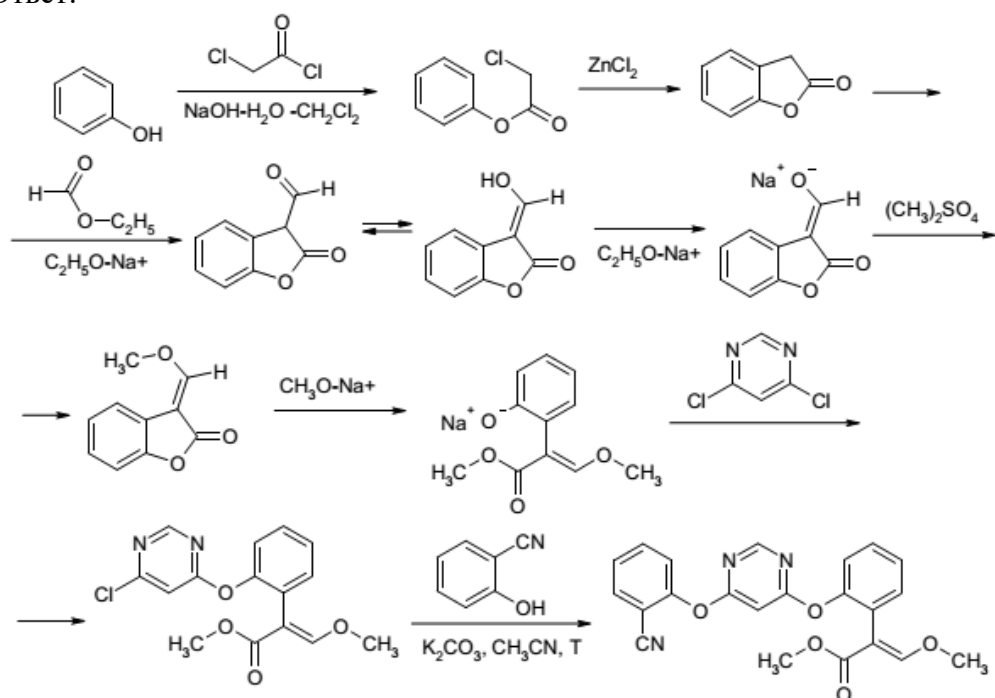
9. Опишите превращение диафентиурона в активную форму

Ответ: Под действием УФ-излучения или *in vivo* диафентиурон превращается в соответствующий карбодиимид.



10. Приведите схему синтеза азоксистробина.

Ответ:





*ПК-5.3. Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.*

1. Каков характер зависимости скорости реакции от степени превращения при автокаталитических реакциях?

Ответ: Вид кривой – парабола.

2. Что такое общий порядок реакции?

Ответ: Общий порядок реакции – сумма порядков по всем реагентам.

3. Какие методы используются для изучения кинетики процесса взаимодействия алкилхлорформатов с анилинами?

Ответ: Для изучения кинетики этого процесса предлагается два метода изучения: спектрофотометрический и кондуктометрический.

4. Что такое кинетическая кривая?

Ответ: Кинетическая кривая – график зависимости концентрации реагента или продукта во времени.

5. Какова цель калибровки детектора хроматографа стандартами вещества известных концентраций?

Ответ: Построение калибровочного графика для целей количественного анализа.

6. Зависимость скоростей реакций от строения устанавливает:

Ответ: уравнение Гаммета.

7. Для упрощения кинетических расчетов реакции второго порядка применяют

Ответ: метод создания избытка концентраций одного из реагентов.

8. Оценить влияние растворителя можно с помощью:

Ответ: уравнения Лейдера-Эйринга.

9. Какие бывают виды катализа?

Ответ: Гомогенный, металлокомплексный, ферментативный.

10. Классификация реакций по схеме химического превращения:

Ответ: Необратимые; обратимые; параллельные; последовательные; сопряженные.

### **3.2.3. Рекомендации по оцениванию расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа – это итог самостоятельной работы обучающегося, представляющего собой выполненную симуляцию в программном комплексе ChemCAD с пояснительной запиской, в которой раскрывается результат оптимизации и подбора оборудования исходя из задания на расчетно-графическую работу.

Выполнение расчетно-графической работы предполагает глубокое изучение поставленной перед обучающимся задачи. Программой дисциплины «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств» предусмотрено выполнение обучающимся расчетно-графической работы по разделам (1-5) в электронном виде, ограниченной одним технологическим процессом (одной симуляцией) и пояснительной записки предоставляемой в электронном виде объемом не более 5 страниц формата А4 при оформлении согласно ГОСТ 7.32-2017.

### Критерии оценки:

**21-25 баллов** – Задание выполнено в полном объеме. Начерчена технологическая схема процесса. Правильно симулируются все процессы. Выполнена оптимизация, выполнен анализ параметрической чувствительности. Пояснительная записка выполнена без нареканий.

**16-20 баллов** – Задание близко к выполнению. Начерчена технологическая схема. Правильно симулируются от 50 до 100% технологических процессов. Не выполнены оптимизация и анализ параметрической чувствительности.

**11-15 баллов** – Задание выполнено не в полном объеме. Начерчена технологическая схема. Правильно симулируются от 20 до 50% технологических процессов.

**5-10 баллов** – задание выполнено не в полном объеме. Начерчена технологическая схема. Правильно симулируются от 5 до 20% технологических процессов.

**0 баллов** – РГР не выполнено в полном объеме. Отсутствует взаимодействие между аппаратами.

Перечень заданий расчетно-графической работы:

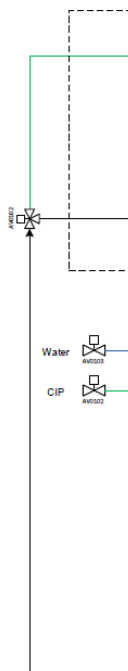
1. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство нитроглицерина производительностью 25 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.
2. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство ацетилсалициловой кислоты производительностью 15 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.
3. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство 2,4-Д производительностью 50 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.
4. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство гетероауксина производительностью 500 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.
5. На основе предложенных литературных данных предложить и рассчитать производство ДДТ производительностью 15 т/год. Выполнить поверочный и проектный расчет каждого из аппаратов, а также оптимизацию по себестоимости производства. Для управления производства предложить систему автоматизированного управления процессом.
6. Разработать непрерывный промышленный вариант промышленной стерилизации водного раствора мелассы 10%.

Стерилизация водного раствора мелассы (10% раствор сахаров) в количестве 3 750 л/ч.

Раствор мелассы в объеме 3 750 л стерилизуется следующим образом:

- нагрев 3 750 л раствора (паром с избыточным давлением 5 кг/см<sup>2</sup>) с 20 С до 130 С;
- выдержка при 130 С в течение 10 сек;
- охлаждение раствора (встречным потоком питательной среды или воды, подвергаемой стерилизации, с температурой 20 С) с 130 С до 45 С в течение 30 мин;
- стерильный раствор поступает в сборник (стерилизуемый паром при температуре от 121 С до 135 С реактор с теплоизолированной рубашкой и мешалкой с рабочим объемом 15 000 л, общим объемом 18 750 л);

Примерный способ стерилизации перекрестным потоком пара выполняется согласно схемы:



Наработка продукта (только с нижним	Скорость КЖ	1 м/с
	Продуктивность	4,5 г/л/ч

Зада

ние:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс стерилизации.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.

7. Разработать непрерывную систему очистки от  $\text{CO}_2$  в смеси метана и кислорода (3 к 2) при помощи водного раствора моноэтаноламина (5%) с последующей десорбцией  $\text{CO}_2$  в колонне. Общий расход очищаемой смеси 41,3 н.л/с. Объемная доля  $\text{CO}_2$  на входе в абсорбер 1,44%. Давление потока 5,01 бар (абс.) на входе в колонну, 5,51 на выходе из установки (необходимо использование компрессора после абсорбционной колонны). Температура на входе в установку 42 °С.

Предложить вариант абсорбционной и десорбционной колонны (высота (лимит по высоте насадочной части 5 м), диаметр) для нерегулярной насадки. Работа абсорбера-десорбера предполагается в аминовой термодинамической модели.

Организовать подпитку теряющихся моноэтаноламина и воды для работы в непрерывном режиме.

Определить мощность нагрева в десорбционной и мощность охлаждения в абсорбционной колоннах. Возможна ли организация рекуперации энергии?

**Справочная таблица начальных значений.**

циклоном) ГС: метан-кислород	Kla (расчет)	900 ч-1	8. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 5 тонн
	Миксеры	6 миксеров на левую трубу, 6 миксеров на правую трубу (вариант №5 в Таблице 3 )	
	Отношение объема газовой фазы ПФ к сумме объемов газовой и жидкой фаз, ε	0,16	
	Среднее давление в ПФ300	4,01 бар	
	Расход газовой фазы на рецикл	41,3 нл/с	
	Расход CH <sub>4</sub> в барботере правой трубы	1,59 нл/с	
	Расход O <sub>2</sub> в барботере правой трубы	0,57 нл/с	
	Расход O <sub>2</sub> в барботере левой трубы	0,47 нл/с	
	В атмосферу	1,2 нл/с, не более	
	Объемная доля CO <sub>2</sub> на входе абсорбера	1,44%	

/год ДМСО по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

9. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 20 тонн/год ацетилацетона термической перегруппировкой изопронил ацетата с предварительным получением одного.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

10. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 500 тонн/год гексаметилендиаммина гидрированием адиподинитрила. Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

11. Разработать непрерывный фосгенатор таким образом, чтобы при наличии балонного  $\text{CO}_2$  и водного раствора хлорида натрия можно было получать фосген в количестве 20 кг/ч. В идеале использовать легкодоступные компоненты для производства.

Схема получения:

1. Исходя из процесса электролиза водного раствора хлорида натрия получают хлор. (если найдёте электролизер в хемкаде, то пользуетесь им, если нет, то возьмите и напишите реакцию в стехиометрическом реакторе).
2. Используя балонный  $\text{CO}_2$  и восстановитель получают  $\text{CO}$ .
3. Смешивая в реакторе при определенной температуре компоненты п.1 и 2 получают продуктовый фосген.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный фосгенатор, предложив способ непрерывного получения  $\text{CO}$ .
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.

12. Разработать непрерывный промышленный вариант получения ГФБД производительность 5 т/мес с чистотой 99,96 % масс. Гексафторбутадиен (ГФБД) - электронный газ, который используется для плазмохимического травления в микроэлектронике.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения ГФБД из доступных компонентов.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты ректификационной очистки технического продукта.

13. Разработать непрерывный промышленный вариант получения терефталевой кислоты из продуктов нефтехимического синтеза с производительностью 5 тонн/мес.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения ТФК.

2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

14. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 2 тонны/неделю диметилацетамида по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

15. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 10 тонн/год диметиланилина по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

16. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 20 тонн/год 1,4-диоксана по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния осч

17. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 10 тонн/год диметилформамида по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

18. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 100 тонн/год хлороформа по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

19. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 200 тонн/год хлористого метилена по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

20. Разработать непрерывный промышленный вариант получения 70 тонн/год тротила по наиболее выгодному, с вашей точки зрения, промышленному способу.

Перед вами стоит задачи:

1. Минимизация экологического риска;
2. Минимизация потерь исходных веществ и продуктов.
3. Получение технического продукта с заданной производительностью и чистотой.

Задание:

1. Максимально энергоэффективно используя ресурсы смоделировать непрерывный технологический процесс получения конечного продукта.
2. Произвести тепловые расчеты и оценить энергопотребление.
3. Произвести расчеты очистки технического продукта до состояния х.ч.

Умение обучающегося самостоятельно выполнить задание расчетно-графической работы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.*

*ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.*

*ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.*

*ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.*

*ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.*

*ПК-5.3. Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.*

#### 4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

**4.1. ФОС для промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является *экзамен*.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену по дисциплине.

#### 4.2. Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка экзамена	Требования к знаниям
<b>«отлично»</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.



Оценка экзамена	Требования к знаниям
<b>«хорошо»</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
<b>«удовлетворительно»</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
<b>«неудовлетворительно»</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

#### 4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Итоговый контроль проводится в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов). Количество вопросов в билете равно трем. Количество билетов равно удвоенному числу обучающихся в данной группе и составляет 20.

<p><b>«Утверждаю»</b></p> <p>Зав. кафедрой ХТОС</p> <p>_____ С.В. Попков</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p align="center"><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p align="center"><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p align="center"><b>Кафедра химии и технологии органического синтеза</b></p>
	<p align="center"><b>18.04.01 Химическая технология</b>  <b>Магистерская программа –</b>  <b>«Химическая технология биологически активных веществ»</b></p>
	<p align="center"><b>Дисциплина «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств»</b></p>
<p align="center"><b>Экзаменационный билет №1</b></p> <p align="center"><b>Задача №1</b></p> <p>Рассчитать теплообменник для конденсации 150 кг/ч сухого насыщенного пара CO<sub>2</sub> под давлением <math>p_{абс} = 5,4</math> МПа. Жидкий CO<sub>2</sub> выходит из конденсатора под тем же давлением при температуре конденсации. Принимая разность температур CO<sub>2</sub> и воды на выходе из конденсатора 17 К, определить необходимый расход воды, если она поступает в конденсатор с температурой 10 °С.</p> <p>С помощью программного пакета Aspen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. рассчитать необходимую поверхность теплообмена, основываясь на стоимости готового теплообменника.</li> </ol>	

2. вывести чертеж рассчитанного теплообменника.
3. определить коэффициенты теплопередачи.

### Задача №2

В изотермическом реакторе проточного типа объемом 11 м<sup>3</sup> при температуре 179 °С и давлении 0,3 бар (абс.) в паровой фазе происходит реакция окисления толуола кислородом воздуха с получением бензойной кислоты. Кинетические параметры процесса:

$$R_{xnRate001} = \exp(16.17 - 8970 / (Temp + 273)) \cdot C_{O_2}$$

При следующих единицах задания кинетических данных: кДж, м<sup>3</sup>, грам\*моли, килограммы, секунды).

На основе исходных данных смоделировать и найти:

1. Найти конверсию исходного толуола в данных условиях при расходе толуола при времени удерживания паров толуола 20 ч;
2. Выполнить анализ параметрической чувствительности кол-ва прореагировавшего толуола от температуры;
3. Предложить и смоделировать технологическую схему процесса с выделением конечного продукта, максимально понизив тепловые потери (использовать рекуперацию энергии путем использования рецикла);

При решении задачи следует нивелировать тепловые удары горячих потоков для оборудования. По возможности, реализовать рецикл непрореагировавших реагентов.

Термодинамическая система NRTL

### Задача №3

Вопросы по расчетно-графической работе:

1. Химические аспекты процесса;
2. Обзор имеющихся технологий по получению заданного продукта.
3. Выбор аппаратов и материалов для выбранной технологической схемы;
4. Границы применимости выбранных аппаратов. Расчет их геометрических размеров. Циклограмма процесса при заданной производительности.
5. Выбор запорно-регулирующей арматуры и учет регулирования.
6. Предохранительные устройства и устойчивость системы регулирования и всей химико-технологической схемы на внешние воздействия (изменения качества сырья, изменения окружающей температуры, отключения электроэнергии, выход из строя от одной до двух единиц оборудования).
7. Анализ параметрической чувствительности тех или иных параметров системы на геометрические размеры оборудования;
8. Оптимизация энергоресурсов и капиталозатрат. Путь оптимизации.

#### 4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.3.

Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
<b>ПК-2.</b> Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи.	<b>ПК-2.1.</b> Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.
	<b>ПК-2.2.</b> Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.
	<b>ПК-2.3.</b> Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.
<b>ПК-4.</b> Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.	<b>ПК-4.2.</b> Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.
<b>ПК-5.</b> Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.	<b>ПК-5.1.</b> Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.
	<b>ПК-5.3.</b> Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**5.1.** Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

**5.2.** Порядок разработки и утверждения образовательных программ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденный решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.09.2022, протокол № 2, введенный в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.11.2022 № 176 ОД;

**5.3.** Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств»:

к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органического синтеза

С.Н. Мантров \_\_\_\_\_

ассистент кафедры химии и технологии органического синтеза

П.А. Нефедов \_\_\_\_\_

Фонд оценочных средств по дисциплине «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико-фармацевтических средств» одобрены на заседании кафедры химии и технологии органического синтеза, протокол № 7 от «26» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой ХТОС

к.х.н., доцент С.В. Попков \_\_\_\_\_

Согласован:

Профессор кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов

д.х.н., профессор Л.В. Коваленко \_\_\_\_\_

**Дополнения и изменения к фонду оценочных средств по дисциплине**  
**«Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и**  
**химико-фармацевтических средств»**

**направления подготовки**

18.04.01 Химическая технология  
магистерская программа «Химическая технология биологически активных веществ»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Макаров Николай Александрович  
И.о. директора, Филiaal РХТУ  
им. Д.И. Менделеева в г.  
Ташкенте (Республика  
Узбекистан)

Подписан: 04:02:2026 12:00:55