

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«03» 05 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

**Б1.О.30 Химические реакторы**  
(наименование дисциплины)

**18.03.01 «Химическая технология»**  
(код и наименование направления подготовки)

**«Химическая технология органических веществ»,**  
**«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»**  
**«Технология переработки полимеров»**  
(профиль подготовки)

**бакалавр**  
квалификация

**очная (ХТОВ), очно-заочная(ХТОВ), заочная (ХТОВ, ХТПЭУМ, ТПП)**  
форма обучения

Нижекамск 2023

Составитель ФОС:

старший преподаватель кафедры НХС  
(должность)

(подпись)

Г.Р. Хуснутдинова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Нефтехимического синтеза,  
протокол от 12.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

(подпись)

Р.З.Агзамов

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик УП,  
доцент кафедры НХС А.И. Новожилова

(подпись)

***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***

Компетенции:

ОПК-4.1 Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2 Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3 Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-4.1	<b>Темы 1,2</b>	<b>-</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Коллоквиумы, контрольная работа (для заочной формы обучения), зачет с оценкой</b>
ПК-4.2	<b>-</b>	<b>Темы 1,2</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Коллоквиумы, контрольная работа (для заочной формы обучения) прак- тические работы, зачет с оценкой</b>
ПК-4.3	<b>-</b>	<b>Темы 1,2</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Коллоквиумы, контрольная работа (для заочной формы обучения) прак- тические работы, зачет с оценкой</b>

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Практическая работа</b>	<b>2</b>	<b>12/12/12</b>	<b>20/20/20</b>
<b>Контрольная работа (для заочной формы)</b>	<b>1</b>	<b>-/-/18</b>	<b>-/-/30</b>
<b>Коллоквиум</b>	<b>2</b>	<b>18/18/6</b>	<b>30/30/10</b>
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1</b>	<b>24/24/24</b>	<b>40/40/40</b>

**Итого:**

60/60/60

100/100/100

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен / зачет с оценкой
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работат с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
Профиль подготовки: «Химическая технология органических веществ»

**Перечень вопросов на зачет с оценкой**  
по дисциплине Б1.О.30 «Химические реакторы»

1. Классификация реакторов и факторы, влияющие на их конструкцию.
2. Особенности применения реакторов смешения и вытеснения.
3. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с катализаторными решетками.
4. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с компактным слоем зернистого катализатора.
5. Тепловой баланс адиабатического реактора.
6. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора полочного типа.
7. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора трубчатого типа.
8. Тепловой баланс изотермического реактора.
9. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора пластинчатого типа.
10. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с движущимся слоем катализатора.
11. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с псевдоожиженным слоем зернистого катализатора.
12. Реакторы некаталитических газофазных процессов. Классификация, назначения, основные показатели работы и конструкция трубчатых печей
13. Реакторы процессов органического и нефтехимического синтеза

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» или 36-40 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют об уверенных знаниях и умениях студента.

Оценка «хорошо» или 32-35 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о достаточных знаниях и умениях студента.

Оценка «удовлетворительно» или 25-31 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о недостаточных знаниях и ограниченном умении студента.

Оценка «неудовлетворительно» или 0-24 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о слабых знаниях и неумении студента.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Содержание коллоквиумов**  
по дисциплине Б1.О.30 «Химические реакторы»

Коллоквиум 1 «Общие сведения о химических реакторах»

1. Классификация реакторов и факторы, влияющие на их конструкцию.
2. Особенности применения реакторов смешения и вытеснения.
3. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с катализаторными решетками.
4. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с компактным слоем зернистого катализатора.
5. Тепловой баланс адиабатического реактора.
6. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора полочного типа.
7. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора трубчатого типа.
8. Тепловой баланс изотермического реактора.
9. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора пластинчатого типа.
10. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с движущимся слоем катализатора.
11. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с псевдоожиженным слоем зернистого катализатора.
12. Реакторы некаталитических газофазных процессов. Классификация, назначения, основные показатели работы и конструкция трубчатых печей

Коллоквиум 2 «Реакторы процессов основного органического и нефтехимического синтеза»

1. Реакторы нефтепереработки: каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидрокрекинг, гидроочистка, производство алкилата, изомеризация
2. Реакторы нефтехимических процессов: Пиролиз углеводородного сырья. Получение этилбензола алкилированием бензола этиленом. Получение триметилкарбинола гидратацией изобутилена. Получение изобутилена дегидратацией триметилкарбинола. Получение метил-трет-бутилового эфира. Олигомеризация олефинов на фосфорнокислотных катализаторах. Олигомеризация этилена в присутствии триэтилалюминия. Получение этиленгликоля гидратацией окиси этилена. Эпоксидирование пропилена. Получение окиси этилена Очистка пропилена гидрированием МАПД

**Критерии оценки:**

Очная форма обучения:

Максимально 15 баллов (за 1 коллоквиум) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 9 баллов (за 1 коллоквиум) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

Очно-заочная форма обучения:

Максимально 15 баллов (за 1 коллоквиум) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 9 баллов (за 1 коллоквиум) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

Заочная форма обучения:

Максимально 10 баллов (за 1 коллоквиум) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 6 баллов (за 1 коллоквиум) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

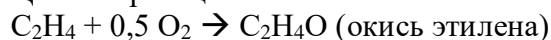
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Содержание практических работ**  
по дисциплине Б1.О.30 «Химические реакторы»

Практическая работа №1 «Расчет материального баланса реактора»

**1.**

Целевая реакция



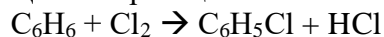
Побочная реакция



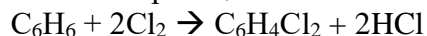
На реакцию каталитического окисления подано 100 кг технического этилена, его степень превращения 13%, при этом образовалось 3 кг ацетальдегида. Технический этилен содержит 97% этилена, 3% этана. Определить: объем поданного воздуха, если принять, что в воздухе содержится 21% кислорода, остальное азот; селективность процесса и выход целевого продукта, расходные коэффициенты по сырью.

**2.**

Целевая реакция



Побочная реакция

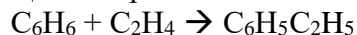


При хлорировании бензола, образуется 30 кг хлорбензола. Селективность процесса 97%. Мольное соотношение исходной смеси бензол: хлор равно 3:1. Технический бензол содержит 98% масс. основного вещества; технический хлор содержит 3% масс. примесей.

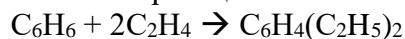
Определить: количество образующегося дихлорбензола; степень превращения бензола; расходные коэффициенты по сырью. Предложить мероприятия по снижению расходных коэффициентов.

**3.**

Целевая реакция

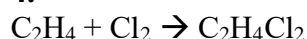


Побочная реакция



При алкилировании бензола этиленом образуется 1000 кг этилбензола и 15 кг диэтилбензола. Для увеличения селективности бензол подается в трехкратном избытке от стехиометрически необходимого. Степень чистоты бензола 98,5% масс. в этилене содержится 2% об. этана. Определить: степень превращения бензола и селективность по бензолу; расходные коэффициенты по сырью.

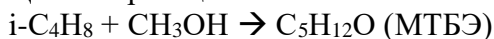
**4.**



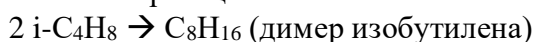
На реакцию хлорирования этилена подается 56 кг этилена и 71 кг хлора. Технический хлор содержит 2% масс. азота (примесь), технический этилен содержит 5% об. этана. Определить количество образующегося дихлорэтана, степень превращения этилена, расходные коэффициенты по сырью.

**5.**

Целевая реакция



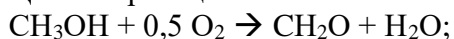
Побочная реакция



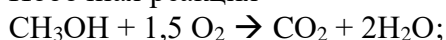
При алкилировании метанола изобутиленом образуется 740 кг метилтретбутилового эфира (МТБЭ). Расходный коэффициент изобутилена 0,9 кг на 1 кг МТБЭ, степень превращения изобутилена равна 1. Определить: количество превращенного метанола; образовавшихся димеров; селективность процесса, расходные коэффициенты по сырью.

**6.**

Целевая реакция



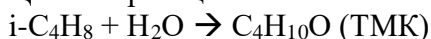
Побочная реакция



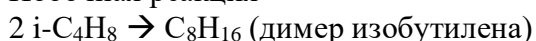
При каталитическом окислении метанола кислородом воздуха на серебряном катализаторе образуется 300 кг формальдегида. Селективность процесса 80%, степень превращения метанола 90%. Технический метанол содержит 10% диметилового эфира. Определить: количество подаваемого воздуха; количество исходных веществ и продуктов реакции; расходные коэффициенты по сырью; предложить мероприятия по снижению расходных коэффициентов (обосновать).

**7.**

Целевая реакция



Побочная реакция



При гидратации изобутилена образуется 120 кг триметилкарбинола. Селективность процесса 98%, конверсия изобутилена 99%. Мольное соотношение изобутилен: вода равно 1:2. Определить: количество превращенной воды; расходные коэффициенты по сырью.

**8.**

Целевая реакция – дегидратация метилфенилкарбинола с образованием стирола:



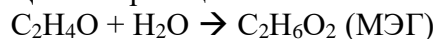
Побочная реакция – дегидрирование метилфенилкарбинола с образованием ацетофенона:



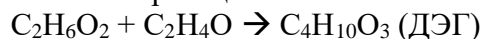
При дегидратации метилфенилкарбинола образуется 1500 кг стирола. Селективность процесса 0,83, конверсия метилфенилкарбинола 71%. С целью увеличения выхода целевого продукта на стадию химического превращения исходное сырье подается в смеси с водяным паром. Массовое соотношение МФК: водяной пар 1:4. Составить мольный и массовый материальный баланс. Определить: количество превращенной воды; расходные коэффициенты по сырью.

## 9.

Целевая реакция



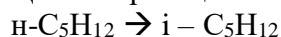
Побочная реакция



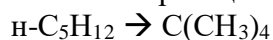
При гидратации окиси этилена образуется 250 кг этиленгликоля. Селективность превращения окиси этилена в моноэтиленгликоль 98%, степень превращения окиси этилена 1. Мольное соотношение окись этилена: вода равно 1:18. Составить мольный и массовый материальный баланс; определить расходные коэффициенты по сырью.

## 10.

Целевая реакция:



Побочные реакции:



Составить материальный баланс процесса получения изопентана изомеризацией н-пентана мощностью 80 т.т. в год. Эффективный фонд рабочего времени 8400 часов. В ходе протекания процесса достигаются следующие показатели: степень превращения н-пентана - равновесная, селективность превращения – 95%. Потери изопентана – 5% масс. Технический н-пентан содержит 4% масс н-бутана. Рассчитать расходные коэффициенты.

Практическая работа №2 «Расчет теплового баланса реактора»

Для каждой задачи практической работы №1 рассчитать тепловой баланс реактора.

### Критерии оценки:

Очная форма обучения:

Максимально 20 баллов (за 1 практическую работу) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 12 баллов (за 1 практическую работу) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

Очно-заочная форма обучения:

Максимально 20 баллов (за 1 практическую работу) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 12 баллов (за 1 практическую работу) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

Заочная форма обучения:

Максимально 20 баллов (за 1 практическую работу) - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 12 баллов (за 1 практическую работу) – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

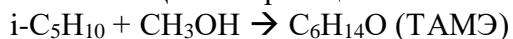
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Содержание контрольных работ**  
по дисциплине Б1.О.30 «Химические реакторы»

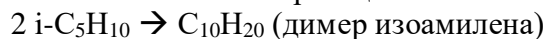
1. Классификация реакторов и факторы, влияющие на их конструкцию.

При алкилировании метанола изоамиленом образуется 625 кг третамилметилового эфира (ТАМЭ). Расходный коэффициент изоамилена 0,91 кг на 1 кг ТАМЭ, степень превращения изоамилена равна 1. Определить: селективность процесса, расходные коэффициенты по сырью; составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция



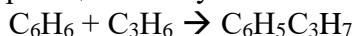
Побочная реакция



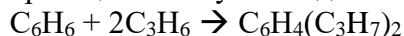
2. Особенности применения реакторов смешения и вытеснения.

При алкилировании бензола пропиленом образуется 1129 кг пропилбензола и 15 кг дипропилбензола. Для увеличения селективности бензол подается в трехкратном избытке от стехиометрически необходимого. Степень чистоты бензола 99,5% масс. в этилене содержится 2,5% об. этана. Определить: степень превращения бензола и селективность по бензолу; расходные коэффициенты по сырью. Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение этилбензола:



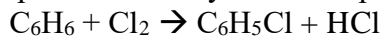
Побочная реакция – получение диэтилбензола:



3. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с катализаторными решетками.

При хлорировании бензола, образуется 780 кг хлорбензола. Селективность процесса 96%. Мольное соотношение исходной смеси бензол: хлор равно 3:1. Технический бензол содержит 96,5% масс. основного вещества; технический хлор содержит 3% масс. примесей. Определить: количество образующегося дихлорбензола; степень превращения бензола; расходные коэффициенты по сырью. Предложить мероприятия по снижению расходных коэффициентов. Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение хлорбензола:



Побочная реакция – получение дихлорбензола:

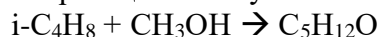


4. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора – реакторы с компактным слоем зернистого катализатора.

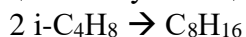
При алкилировании метанола изобутиленом образуется 936 кг метилтретбутилового эфира (МТБЭ). Расходный коэффициент изобутилена 0,9 кг на 1 кг МТБЭ, степень превращения изобутилена равна 1. Определить: количество превращенного метанола; образовавшихся димеров; селективность процесса, расходные коэффициенты по сырью.

Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение МТБЭ:



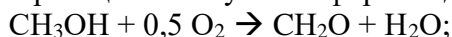
Побочная реакция - получение диизобутилена:



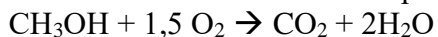
5. Тепловой баланс адиабатического реактора.

При каталитическом окислении метанола кислородом воздуха на серебряном катализаторе образуется 490 кг формальдегида. Селективность процесса 82%, степень превращения метанола 90%. Технический метанол содержит 11% диметилового эфира. Определить: количество подаваемого воздуха; количество исходных веществ и продуктов реакции; расходные коэффициенты по сырью; предложить мероприятия по снижению расходных коэффициентов (обосновать). Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение формальдегида:



Побочная реакция – реакция полного окисления:



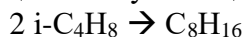
6. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора полочного типа.

При гидратации изобутилена образуется 590 кг триметилкарбинола. Селективность процесса 97%, конверсия изобутилена 99,1%. Мольное соотношение изобутилен: вода равно 1:1,5. Определить: количество превращенной воды; расходные коэффициенты по сырью. Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение ТМК:



Побочная реакция - получение диизобутилена:



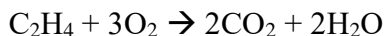
7. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора трубчатого типа.

На реакцию каталитического окисления подано 15000 кг/ч технического этилена, его степень превращения 15%, при этом образовалось 2400 кг/ч окиси этилена. Технический этилен содержит, % масс: этилена- 98, этана- 2. Определить: объем поданного воздуха, если принять, что в воздухе содержится 20% кислорода, остальное азот; селективность процесса и выход целевого продукта, расходные коэффициенты по сырью. Составить мольный и массовый материальный баланс.

Целевая реакция – окисление этилена в этиленоксид:



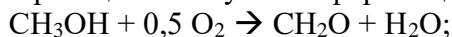
Побочная реакция – полное окисление этилена:



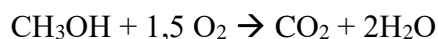
8. Тепловой баланс изотермического реактора.

При каталитическом окислении метанола кислородом воздуха на серебряном катализаторе образуется 960 кг формальдегида. Селективность процесса 82%, степень превращения метанола 89%. Технический метанол содержит 9% диметилового эфира. Определить: количество подаваемого воздуха; количество исходных веществ и продуктов реакции; расходные коэффициенты по сырью; предложить мероприятия по снижению расходных коэффициентов (обосновать). Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение формальдегида:



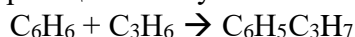
Побочная реакция – реакция полного окисления:



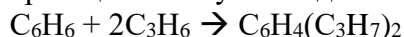
9. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с неподвижным слоем катализатора пластинчатого типа.

При алкилировании бензола пропиленом образуется 860 кг этилбензола и 16 кг диэтилбензола. Для увеличения селективности бензол подается в трехкратном избытке от стехиометрически необходимого. Степень чистоты бензола 98% масс. в этилене содержится 2% об. этана. Определить: степень превращения бензола и селективность по бензолу; расходные коэффициенты по сырью. Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция – получение этилбензола:



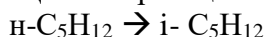
Побочная реакция – получение диэтилбензола:



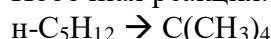
10. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с движущимся слоем катализатора.

Мощность процесса изомеризации н-пентана 42 т.т. в год по изопентану. Эффективный фонд рабочего времени 8400 часов. Селективность процесса 94%, конверсия - 79%. Потери процесса составляют 4%. Составить мольный и массовый материальные балансы процесса.

Целевая реакция:



Побочная реакция:



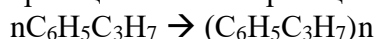
11. Реакторы каталитических газофазных процессов. Реакторы с псевдоожиженным слоем зернистого катализатора.

В процессе каталитического дегидрирования кумола пропускная способность по сырью 200 т/сут. Селективность процесса 0,87, конверсия этилбензола 78%. Определить расходные коэффициенты по сырью. Составить мольный и массовый материальный баланс.

Целевая реакция – получение α-метилстирола:



Побочная реакция – полимеризация стирола:



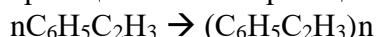
12. Реакторы некаталитических газофазных процессов. Классификация, назначения, основные показатели работы и конструкция трубчатых печей

В процессе каталитического дегидрирования этилбензола пропускная способность по сырью 150 т/сут. Селективность процесса 0,83, конверсия этилбензола 73%. Составить мольный и массовый материальный баланс; определить расходные коэффициенты по сырью.

Целевая реакция – получение стирола:



Побочная реакция – полимеризация стирола:



Заочная форма обучения:

Максимально 30 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 18 баллов – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений