

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Кафедра химической технологии органических веществ

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Оборудование заводов основного органического и нефтехимического синтеза»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ,
ОБУЧАЮЩИХСЯ ЗАОЧНО
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

Разработал ст. преподаватель кафедры ХТОВ

Хуснутдинова Г.Р.

Нижекамск 2018

Требования к выполнению и оформлению контрольных заданий

Вариант контрольного задания выбирается в соответствии с порядковым номером зачетной книжки студента.

Перед тем как приступить к выполнению контрольного задания, студент должен проработать рекомендуемую литературу. Контрольная работа оформляется в письменном виде в тетрадях. Вопросы и ответы должны быть написаны в том порядке, в котором они стоят в задании. Отвечать на вопросы следует кратко, точно, исчерпывающе. Произвольные сокращения не допускаются. В конце контрольной работы приводится список использованной литературы.

Рекомендуемая литература

Основные источники информации
1. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] / В.М. Потехин, В.В. Потехин.- СПб.: Лань, 2014. - 887 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/53687 , по паролю.- ЭБС «Лань»
2. Харлампиدي Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс]. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/37357/ по паролю.- ЭБС «Лань»
3. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] / И.М. Кузнецова, Харлампиди Х. Э., В.Г. Иванов [и др.]. — СПб.: Лань, 2014. — 381 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/45973/ по паролю.- ЭБС «Лань»

Дополнительные источники информации
1. Ямалиева Л.Г. Технологические процессы и производства: метод. рекомендации и контрол. задания /Л.Г.Ямалиева,Д.Н.Латыпов.-Нижекамск: НХТИ, 2011.-46 с.(1 шт.)
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию/ Г.С.Борисов, В.П.Брыков, Ю.И.Дытнерский и др.;под ред.Ю.И.Дытнерского.-3-е изд.,стер. .-М.:Альянс,2007.-496 с.:ил.
3. Дьяконов, С.Г. Теоретические основы проектирования промышленных аппаратов химической технологии на базе сопряжения физического и математического моделирования: монография/С.Г.Дьяконов, В.В.Елизаров, В.И.Елизаров; КГТУ.-

Казань:Изд-во Казанского Гос.Ун-та,2009.-456 с.

4. Лашинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник/ А.А.Лощинский, А.Р.Толчинский.-3-е изд.,стер.-М.:Альянс,2008.-752с.

5. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств: учеб. для вузов/ А.А.Курочкин, Г.В.Шабурова, А.С.Гордеев, А.И.Завражнов.-М.: Колосс, 2007.-591с.:ил.- (Учебники и учеб.пособия для вузов).

6. Журнал прикладной химии : науч.журн. / учредитель: РАН.- СПб.: Наука, 2005-2017.

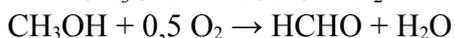
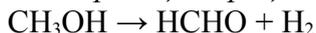
7. Известия ВУЗ. Химия и химическая технология : науч.-техн. журн. / учредитель: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет».- Иваново, 1988-2017.

Контрольная работа (домашняя) (9 семестр)

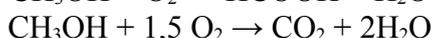
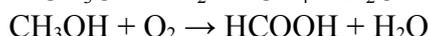
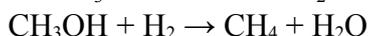
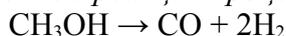
1 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора каталитического окисления метанола кислородом воздуха. Процесс осуществляется на серебряном катализаторе. Производительность реактора 80 т.т/год по формальдегиду. Избирательность процесса превращения метанола в формальдегид - 0,78. Степень превращения метанола - 0,93. Содержание метанола в спирто-воздушной смеси - 45% об. Мольное соотношение продуктов в продукционном газе $\text{НСООН}:\text{СО}_2:\text{СО}:\text{СН}_4$ равно 0,4:0,6:1,5:1,3. Установка работает в течение 355 дней в году.

Целевые реакции процесса:



Побочные реакции процесса:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора окисления метанола, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа.

Спирто-воздушная смесь на входе в реактор имеет температуру 100 °С. Потери в окружающую среду составляют 5% от количества подводимой теплоты.

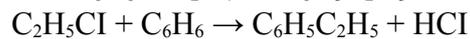
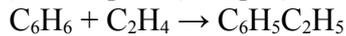
2.2 процесс осуществляется в трубчатом реакторе изотермического типа при температуре 110 °С. Начальная температура: спирто-воздушной смеси составляет 110 °С, органического теплоносителя (дифенил) 95 °С. Температура органического теплоносителя на выходе из реактора 115 °С. Потери в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	$\Delta\text{Н}_f$, кДж/моль	С_p , Дж/моль·К
$\text{СН}_3\text{ОН}$	-201	44,13
НСНО	-115,9	35,39
Н_2	0	28,83
$\text{Н}_2\text{О}$	-241,81	33,61
СО	-110,53	29,14
СН_4	-74,85	35,71
НСООН	-424,76	99,04
СО_2	-393,51	37,11
О_2	0	29,37
дифенил	182,09	162,34

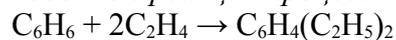
2 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора алкилирования бензола этиленом производительностью 140 т.т в год по этилбензолу-ректификату. Эффективное время работы установки 350 дней в году. Содержание этилбензола в этилбензоле-ректификате 99,9 % масс. Исходное мольное соотношение бензол : этилен равно 5 : 1. Расход катализатора $AlCl_3$ на 1 т. товарного этилбензола равен 4 кг. Расход активатора хлористого этила на 1 т. товарного этилбензола 3 кг. Потери этилбензола - 3 % масс. Потери этилена: с отдувками 1,0 % масс. от количества связанного этилена. Количество образующихся побочных продуктов – 500 кг/ч.

Целевая реакция процесса:



Побочные реакции процесса:



Задание 2. Составить тепловой баланс алкилятора, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Исходная реакционная смесь имеет температуру 65 °С. Потери в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты. Температура в реакторе поддерживается в пределах 70-80 °С, за счет испарения бензола. Рассчитать количество испарившегося бензола. Теплота испарения бензола 135 кДж/моль.

2.2 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа со встроенным змеевиковым теплообменником. Исходная реакционная смесь имеет температуру 65 °С, начальная температура теплоносителя (вода) 50 °С. Потери в окружающую среду составляют 3% от количества подводимой теплоты. Температура в реакторе поддерживается в пределах 70-80 °С.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
Бензол	82,93	81,67
Этилен	52,30	43,56
Хлорэтан	-111,72	62,72
Этилбензол	29,79	128,41
Диэтилбензол		
Хлористый водород	-92,31	29,14

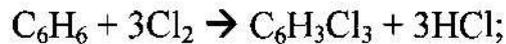
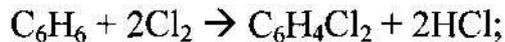
3 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс хлоратора в производстве хлорбензола, определить селективность процесса и степень превращения бензола, если производительность установки равна Π т/сут. по хлорбензолу. Состав жидких продуктов (% масс.) следующий: бензол - 65,0; хлорбензол - 32,0; дихлорбензол - 2,5; трихлорбензол - 0,5. Технический хлор содержит 98 % основного вещества. Технический бензол содержит 2,5 % примесей.

Целевая реакция процесса хлорирования:



Побочные реакции:



Задание 2. Составить тепловой баланс хлоратора бензола, если

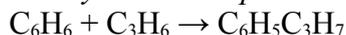
2.1 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа при температуре 70 °С. Температура хладагента на входе в реактор 30° С. Потери в окружающую среду составляют 1,5% от количества подводимой теплоты.

2.2 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа при температуре испарения бензола. Потери тепла в окружающую среду составляют 2 % от количества подводимой теплоты. Начальная температура 65 °С.

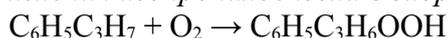
4 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора для производства фенола кумольным способом, если производительность установки равна 50 т/сут. по фенолу. Выход изопропилбензола из бензола составляет 90% от теоретического, а фенола из изопропилбензола - 93%. Технический пропилен имеет следующий состав 30 % (масс.) пропилена, 70 % (масс.) пропана. Технический бензол содержит 5 % (масс.) толуола.

Реакция получения изопропилбензола:



Реакция окисления изопропилбензола в гидроперекись:



Реакция разложения гидроперекиси с образованием фенола и ацетона:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора получения фенола, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Сырье поступает с температурой 75 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

2.2 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа при температуре 90 °С. Температура хладагента на входе в реактор 45 °С. Потери в окружающую среду составляют 3% от количества подводимой теплоты. Температура хладагента на выходе из реактора составляет 75 °С.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
Бензол	82,93	81,67
Пропилен	20,41	63,89
Изопропилбензол		
Гидроперекись ИПБ		
Фенол	-164,85	134,70
Ацетон	-217,57	74,90
Кислород	0	29,37

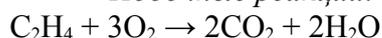
5 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора для производства окиси этилена прямым каталитическим окислением этилена кислородом. Производительность установки 200 т.т. в год товарной окиси этилена. Эффективное время работы установки 350 дней в году. Состав исходной газовой смеси (% об.): этилен - 3; кислород - 7, азот - остальное. Конверсия этилена 11%. Селективность процесса окисления 80% масс. Технический этилен содержит 2% примесей. Мольное соотношение между побочными продуктами 6,3:1,2.

Реакция получения окиси этилена:



Побочные реакции:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора получения окиси этилена, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа. Рабочая температура 200 °С, температура хладагента (воды) на входе в реактор 165 °С. Рассчитать количество образующегося пара ($r=2,138 \cdot 10^6$ кДж/моль – теплота парообразования). Температура фазового перехода 210 °С. Потери в окружающую среду составляют 1,5% от количества подводимой теплоты.

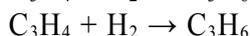
2.2 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа. Рабочая температура 210 °С, температура хладагента (дифенила) на входе в реактор 150 °С, на выходе 198 °С. Потери в окружающую среду составляют 1,5% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
H ₂ O	-241,81	33,61
CO ₂	-393,51	37,11
O ₂	0	29,37
C ₂ H ₄	52,30	43,56
Окись этилена	-52,63	48,50
Ацетальдегид	-166,00	54,64
Дифенил	182,09	162,34

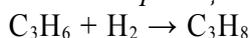
6 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора очистки пропилена от МАПД методом гидрирования метилацетилена и пропадиена производительностью 110 т.т. в год по пропилену. Установка работает в течение 355 дней в году. Состав метилацетиленовой пропадиеновой фракции на входе в реактор: метилацетилена - 4%, пропадиена - 2%, пропилена - 54% масс, остальное пропан. Селективность процесса гидрирования 0,95. Конверсия: на первой стадии 90%, второй 25%, третьей 18 %. Потери пропилена 3%. Соотношение водород: МАПД равно 1,5:1 моль.

Реакция гидрирования метилацетилена и пропадиена:



Побочные реакции:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора получения пропилена, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Сырье поступает на первую секцию с температурой 100 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

2.2 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа при температуре 90 °С. Температура хладагента (водяного конденсата) на входе в реактор 60 °С. Потери в окружающую среду составляют 3% от количества подводимой теплоты. Тепло снимается за счет испарения парового конденсата при давлении 1 ат.

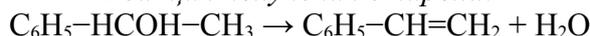
Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
Метилацетилен		
Пропадиен	192,13	58,99
Пропилен	20,41	63,89
Водород	0	28,83
Пропан	-103,85	73,51

7 вариант

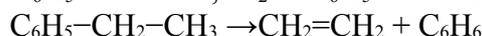
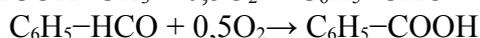
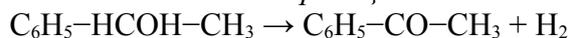
Задание 1. Составить материальный баланс реактора получения стирола производительностью по стиролу-ректификату 140 т.т. в год. Общая конверсия метилфенилкарбинола 90%: на первой ступени 70. Общая селективность процесса дегидратации МФК в стирол 0,96, причем: 0,02 - процесс образования ацетофенона; 0,02 – процесс образования бензальдегида. Параллельно с основным процессом дегидратации, протекают процессы деалкилирования этилбензола, окисления бензальдегида в бензойную кислоту. Конверсия процесса деалкилирования 0,7; процесса окисления бензальдегида 0,5. Разбавление МФК водяным паром (в пересчете на МФК) 1: 1,5 вес. Эффективное время работы установки 350 дней в году. Состав фракции МФК подаваемой на дегидратацию:

Наименование компонентов	% вес.
Этилбензол	0,01
Бензальдегид	0,04
Ацетофенон	28,24
Метилфенилкарбинол	71,71
Итого:	100,00

Реакция получения стирола:



Побочные реакции:



Задание 2. Составить тепловой баланс i-ступени превращения, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Начальная температура сырья поступающего на реакционную секцию составляет 350 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
МФК	-158,79	192,8
Стирол	147,57	128,07
Вода	-241,81	33,61
Ацетофенон	-163,24	136,8
Водород	0	28,83
Кислород	0	29,37
Бензальдегид	45,89	-
Метан	-74,85	35,71
Бензойная кислота	-385,14	145,18
Этилбензол	29,79	128,41
Этилен	52,30	43,56
Бензол	82,93	81,67

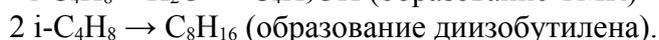
8 вариант

Задание 1. Производительность установки по товарному эфиру составляет 50 т.т. в год. Годовой фонд рабочего времени 8400 часов. Мольное соотношение метанол/изобутилен 1,075:1. Общая конверсия изобутилена составляет 93%, на первой стадии 75%, на второй 37%. Селективность превращения изобутилена в МТБЭ - 99,0%, изобутилена в диизобутилен - 0,6%, изобутилена в ТМК - 0,4%. Потери МТБЭ - 0,5 % от всего образываемого МТБЭ.

Реакция синтеза метилтретбутилового эфира:



Побочные реакции:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора получения эфира, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Сырье поступает на первую секцию с температурой 80 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

2.2 процесс осуществляется в реакторе изотермического типа. Рабочая температура 75 °С, температура хладагента (воды) на входе в реактор 55 °С. Потери в окружающую среду составляют 1,5% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
Изобутилен	-16,91	1,59
Метанол	-201,00	44,13
МФК	-158,79	192,8
Вода	-242,17	33,62
ТМК	-359,52	3,04
Диизобутилен	-	2,93

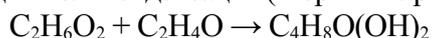
9 вариант

Задание 1. Производительность установки 83 т.т. в год по этиленгликолю. Эффективный фонд рабочего времени 335 дней в году. Конверсия окиси этилена равна 1. Селективность процесса равна 0,92. Количество окиси этилена израсходованной по реакции 2 и 3 определяется соотношением 4,2:1. Мольное соотношение окиси этилена: вода равно 1:18. Потери при ректификации принимаем 0,25% от производительности. Химизм процесса описывается следующими реакциями:

1. Реакция гидратации окиси этилена:



2. Реакции поликонденсации (вторичные реакции):



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора получения этиленгликоля, если:

1. процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Сырье поступает на первую секцию с температурой 85 °С. Потери тепла в окружающую среду составляют 4 % от количества подводимой теплоты;

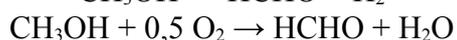
2. процесс осуществляется в реакторе изотермического типа. Рабочая температура 75 °С, температура хладагента (воды) на входе в реактор 55 °С. Потери в окружающую среду составляют 1,5% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
Окись этилена	-52,63	48,50
Этиленгликоль	-389,32	93,30
Вода	-241,81	33,61
Диэтиленгликоль	-452,56	96,15
Триэтиленгликоль	-489,12	97,32

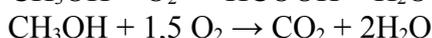
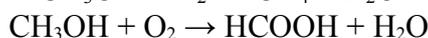
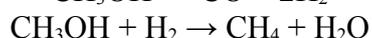
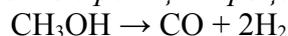
10 вариант

Задание 1. Составить материальный баланс реактора каталитического окисления метанола кислородом воздуха. Процесс осуществляется на серебряном катализаторе. Производительность реактора 80 т.т/год по формальдегиду. Избирательность процесса превращения метанола в формальдегид - 0,78. Степень превращения метанола - 0,93. Содержание метанола в спирто-воздушной смеси - 45% об. Мольное соотношение продуктов в продукционном газе HCOOH:CO₂:CO:CH₄ равно 0,4:0,6:1,5:1,3. Установка работает в течение 355 дней в году.

Целевые реакции процесса:



Побочные реакции процесса:



Задание 2. Составить тепловой баланс реактора окисления метанола, если:

2.1 процесс осуществляется в реакторе адиабатического типа. Спирто-воздушная смесь на входе в реактор имеет температуру 100 °С. Потери в окружающую среду составляют 5% от количества подводимой теплоты.

2.2 процесс осуществляется в трубчатом реакторе изотермического типа при температуре 110 °С. Начальная температура: спирто-воздушной смеси составляет 110 °С, органического теплоносителя (дифенил) 95 °С. Температура органического теплоносителя на выходе из реактора 115 °С. Потери в окружающую среду составляют 2% от количества подводимой теплоты.

Участники реакции	ΔH_f , кДж/моль	C_p , Дж/моль·К
CH ₃ OH	-201	44,13
HCHO	-115,9	35,39
H ₂	0	28,83
H ₂ O	-241,81	33,61
CO	-110,53	29,14
CH ₄	-74,85	35,71
HCOOH	-424,76	99,04
CO ₂	-393,51	37,11
O ₂	0	29,37
дифенил	182,09	162,34

Титульный лист контрольной работы оформляется следующим образом.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»

Кафедра ХТОВ

Контрольная работа
по дисциплине _____

Вариант №

Выполнил:
Проверил:

Нижекамск 2017