

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 31.01.2021 00:23:39
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851f1a56d089

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии



Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
2018 г.

**Углубленное изучение избранных разделов
химической технологии**

Методические указания к практической и самостоятельной работе
для студентов направлений 18.03.01 - Химическая технология

Курск 2018

УДК 66.08

Составители: С.Д. Пожидаева, А.М. Иванов

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *Н.А. Борщ*

Углубленное изучение избранных разделов химической технологии: методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Углубленное изучение избранных разделов химической технологии» для студентов направлений 18.03.01 - Химическая технология / Юго-Зап.гос.ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. Курск, 2018. 12 с. 9 табл.

В методические указания включены практические работы, позволяющие познакомить студентов со спецификой наиболее распространенных производств малотоннажной химии; с сущностью, отличительными особенностями и макрокинетическим описанием химических процессов химической технологии в части оптимизации и управления протеканием конкретного процесса в конкретно выбранных условиях

Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Химические процессы химической технологии» для студентов направлений 18.03.01 - Химическая технология

Методические указания соответствуют требованиям программы.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 19.03.18. Формат 64x18 1/16
Усл.печ.л. 0,76 Уч.-изд.л. 0,68 Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно
Юго-Западный государственный университет,
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Введение	3
1 Практическая работа №1 Расчет компонентов реакционной смеси конкретного процесса на получение продукта в заданном количестве.	3
2 Практическая работа №2. Материальные балансы проводимого процесса в любые моменты времени по ходу протекания процесса	5
3 Практическая работа №3. Получение балансовых и макрокинетических характеристик на основе тех или иных данных контроля за ходом протекания процесса	8
4 Практическая работа №4. Расчет графика работы предприятия для выпуска заданного количества целевого продукта малотоннажной химии	10
5 Практическая работа №5. Расчет водо- и энергообеспечения установки для производства конкретного количества целевого продукта оговоренным способом	11
Библиографический список	12

Введение

Методические указания предназначены познакомить студентов познакомить студентов со спецификой наиболее распространенных производств малотоннажной химии, а также сущностью, отличительными особенностями и макрокинетическим описанием химических процессов как с одной из важнейших основ составляющих теоретических и научных основ химической технологии в части оптимизации и управления протеканием конкретного процесса в конкретно выбранных условиях.

В методических указаниях приводятся практические работы для закрепления теоретических знаний по дисциплине

Практическая работа №1

Расчет компонентов реакционной смеси конкретного процесса на получение продукта в заданном количестве.

Если в рассматриваемом процессе основная масса продукта накапливается в твердой фазе и после прекращения процесса легко отделяется от жидкой фазы реакционной смеси, то при количе-

ственном расходовании реагента в недостатке (или взятых в стехиометрических соотношениях) такой вариант приобретает дополнительную технологическую привлекательность: разделять фазы и таким путем отделять целевой продукт всегда гораздо проще и предпочтительнее, чем выделять продукт из раствора, например. Накопленный опыт показывает, что обозначенный вариант динамики изменения фазового состояния реакционной смеси является предпочтительным и с точки зрения скоростных характеристик протекания процесса, а также следования закономерностям необратимых реакций простых типов (нулевого, чаще первого порядка) в значительном диапазоне степеней превращения реагента в недостатке (иногда до 90 % и более).

Необходимым условием для реализации указанных выше преимуществ является

- природа кислого реагента;
 - содержание реагентов на момент взаимодействия и их мольное соотношение;
 - интенсивность перемешивания и, в частности, наличие механического воздействия на защитную пленку, приводящее к разрушению защитной пленки уже происходит при стехиометрических количествах кислого реагента в системе;
 - присутствие твердой фазы на протяжении всего контакта;
 - присутствие и количество воды в жидкой фазе системы (в отсутствие воды взаимодействие не начинается совсем).
- подбор благоприятного для каждого конкретного варианта растворителя жидкой фазы системы.

В ходе работы частично удается найти такие критерии, которые позволяют подбор реагентов сделать в определенной степени прогнозируемым.

В частности, установлено, что природа растворителя оказывает существенное влияние на многие характеристики рассматриваемого окислительно-восстановительного процесса: на соответствие кинетике определенного порядка реакции, на распределение длительности процесса между периодами соответствия и несоответствия кинетическому уравнению, на наличие самоторможений и самопрекращений процесса и длительность последних, на вероятность самовозобновлений, на динамику изменений фазового состояния реакционной смеси, на фазовое состояние конечной реакционной смеси, на технологии переработки реакционной смеси и вы-

деления из нее целевого продукта, на селективность процесса и многое иное.

Заполнить таблицу на проведение эксперимента (таблица 1), исходя из заданного количества образующегося продукта

Таблица 1 – Данные для загрузки

Компонент 1			Компонент 2			Компонент 3			Металл в зоне реакции, природа,			Время			
при-рода	Кол-во		при-рода	Кол-во		при-рода	количе-ство		раз-дроб-лен-ный	ме-шалка	Лож-ное дно	обе-чайка	приго-товле-ния рас-твора НА	ввода	
	г	МОЛЬ		г	МОЛ		г	МОЛЬ						ката-лизатора	ок-сида
		КГ			КГ										

Практическая работа №2.

Материальные балансы проводимого процесса в любые моменты времени по ходу протекания процесса

Различают теоретический и практический материальный баланс. Теоретический материальный баланс рассчитывается на основе стехиометрического уравнения реакции. Для его составления достаточно знать уравнение реакции и молекулярные массы компонентов. Практический материальный баланс учитывает состав исходного сырья и готовой продукции, избыток одного из компонентов сырья, степень превращения, потери сырья и готового продукта и т. д. Практический материальный баланс делится на две основные части: общий материальный баланс и постадийный (пооперационный) баланс.

Цель материального расчета – определение расхода сырья и вспомогательных материалов для обеспечения заданной производительности по целевому продукту (иногда определение выхода целевого и побочных продуктов исходя из расхода сырья). Поэтому до выполнения материального расчета необходимо:

- изучить существующие методы получения продукта или переработки сырья, выбрать наиболее экономически эффективный метод (на данном уровне развития химической промышленности);

- детально рассмотреть теоретические основы выбранного метода, проанализировать влияние различных технологических факторов на термодинамику и кинетику химического процесса (температуры, давления, отношения поступающих исходных веществ,

объемной скорости, свойств и состояния катализатора, времени пребывания реагентов в аппарате и др.), выбрать оптимальные условия проведения процесса;

- ознакомиться с основными физико-химическими характеристиками сырья, вспомогательных материалов и продуктов, а также с требованиями стандартов или технических условий к их качеству;

- изучить технологическую схему процесса, обратив особое внимание на режим работы аппаратов, материальные расчеты которых предстоит выполнить;

- составить схему материальных и энергетических потоков производства, стадии.

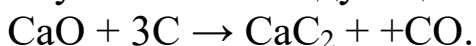
Это позволит осознанно выполнить материальный расчет, учесть все особенности работы отдельных аппаратов, избежать неточностей при составлении материальных балансов аппаратов, стадий, сводного материального баланса производства. Только на основе схемы материальных потоков и выполненного материального расчета можно проводить технологические расчеты, определить расходные коэффициенты, необходимые для калькуляции себестоимости получаемого продукта, оценить экономическую эффективность процесса, наметить пути его дальнейшего совершенствования. Данные материального баланса позволяют провести анализ влияния изменения основных технологических параметров на технико-экономические показатели процесса (в расчетно-исследовательских проектах).

Материальный баланс основан на стехиометрических законах: сохранения массы вещества, эквивалентов, кратных и простых объемных отношений, Авогадро. Материальный баланс составляют по уравнению целевой реакции, учитывая протекающие побочные реакции. Теоретический материальный баланс рассчитывается на основе стехиометрического уравнения целевой реакции, и для его составления достаточно знать молярные массы реагирующих веществ. Практический материальный баланс учитывает состав исходного сырья и готовой продукции, степень конверсии, селективность процесса, молярное (объемное, массовое) отношение реагентов, потери сырья и готового продукта на всех стадиях производства. Сравнение данных теоретического и практического материальных балансов (теоретических и практических расходных коэффициентов) позволяет выявить возможные пути усовершенствования данного процесса, его интенсификации.

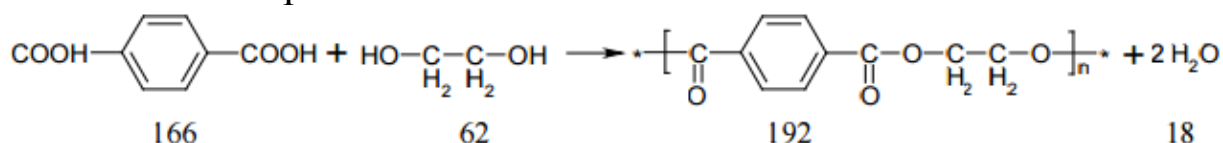
Задание:

1. Определить расходные коэффициенты извести и кокса в производстве технического карбида кальция (ТКК), имеющего по анализу следующий состав: $\text{CaC}_2 = \text{A} \%$, $\text{CaO} = \text{B} \%$, $\text{C} = \text{B} \%$, прочие примеси (ПП) = $\text{Г} \%$.

Расчет вести на 1000 кг технического продукта. Содержание в коксе: золы – $\text{Д} \%$, летучих компонентов (ЛК) – $\text{Е} \%$, влаги – $\text{Ж} \%$, углерода – $\text{И} \%$. Известь содержит $\text{K} \%$ чистого CaO . Карбид кальция получается по следующей реакции



2 Составить материальный баланс получения полиэтилентерефталата (ПТЭФ), идущего на изготовление 1 тонны синтетического волокна. В готовом волокне содержится (% (масс): влаги – 0,5; замасливателя – 0,5; диоксида титана – 0,5). Потери при изготовлении волокна составляют 4,57%. Молекулярная масса терефталевой кислоты (ТФК) – 166, этиленгликоля (ЭГ) – 62, элементарного звена полимера – 192.

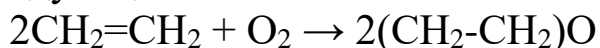


3. Жидкофазная необратимая реакция первого порядка протекает с изменением плотности реакционной смеси в реакторе периодического действия. При степени превращения $x_A = 0$, плотность $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; а при $x_A = 1$, $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$. Известно, что за время $\tau = 130 \text{ с}$ объем реакционной смеси уменьшится на 12% от первоначальной величины. Определить степень превращения, которая будет достигнута в РИСНД и РИВНД объемом $V = 0,1 \text{ м}^3$ каждый, при скорости подачи $U = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

4. Составить материальный баланс трубчатого конвертора метана для конверсии природного газа по следующим данным: – годовая производительность агрегата по метанолу-ректификату $M = 750000 \text{ т}$; – годовой фонд рабочего времени $Z = 7200 \text{ ч}$; – расход природного газа 947 м^3 на 1 т метанола-ректификата; – давление процесса конверсии $2,0 \text{ МПа}$; – температура на выходе из зоны катализа 860°C ; – объемное отношение водяной пар: природный газ $2,83:1$; – степень конверсии метана (уточняется расчетом) $0,83$; – состав природного газа (%): $\text{CH}_4-97,9$; $\text{C}_2\text{H}_6-0,6$; $\text{C}_3\text{H}_8-0,2$; $\text{C}_4\text{H}_{10}-0,1$; $\text{N}_2-0,8$; $\text{CO}_2-0,4$.

Последовательность расчета: рассчитывают объемный расход компонентов парогазовой смеси на входе в трубчатую печь (основной аппарат стадии); определяют изменение состава газа после конверсии гомологов метана; рассчитывают состав газа после прохождения реакций конверсии метана и оксида углерода.

5. Составить материальный баланс производства оксида этилена при прямом производстве каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси, об. %: этилен – 3, воздух – 97. Степень окисления этилена $x = 0,5$. Расчет вести на 1000 кг оксида этилена. Производство оксида этилена происходит по следующей схеме:



Практическая работа №3.

Получение балансовых и макрокинетических характеристик на основе тех или иных данных контроля за ходом протекания процесса

1. Определить количество прореагировавшего металла и степень превращения металла на основании балансового расчета по данным, представленным в табл. 2-3 для процессов получения солей меди по циклической схеме из меди, ацетата меди (II) в среде уксусной кислоты.

Таблица 2. Данные для балансового расчета систем (Cu+CuAc₂+HAc)

№	Загружено								мф г
	в граммах				в моль				
	CuAc ₂ *2H ₂ O	Cu	HAc	J ₂	CuAc ₂ *2H ₂ O	Cu	HAc	J ₂	
1	26,16	2,57	14,42	3,05					88,42
2	43,08	3,225	14,42	3,05					68,17
3	13,08	15,68	3,61	3,05					60,49
4	13,08	13,16	7,21	3,05					54,05
5	13,08	11,78	1,80	3,05					42,74
6	13,08	11,00	0,90	3,05					59,44
7	13,08	15,00	1,44	3,05					70,08
8	13,08	16,02	2,70	3,05					45,76
9	13,08	15,64	2,16	3,05					53,69

Таблица 3. Данные для балансового расчета систем (Cu+CuAc₂+HAc)

Сф моль/кг	m(Cu) непр, г	получено					масса осадка, г		$\Delta n(\text{Cu})/ n_0(\text{Cu})$
		моль					геор	практ	
		$\Delta n(\text{Cu})$	$\Delta n(\text{ф})$	$\Delta n(\text{ос})$	$n(\text{Cu(I)})$	$n(\text{Cu(II)})$			
0,183	0,99							20,1	
0,201	1,74							12,67	
0,204	13,2							12,67	
0,232	11,8							10,92	
0,23	8,9							15,92	
0,23	9,06							7,405	
0,246	12,8							12,85	
0,174	13,7							8,45	
0,167	13,6							11,68	

2. Определить количество прореагировавшего металла и степень превращения металла на основании балансового расчета по данным, представленным в табл. 4-5 для процессов получения солей меди по циклической схеме из меди, оксида меди (II) в среде уксусной кислоты.

Таблица 4 Данные для балансового расчета систем (Cu+CuO+HAc)

№	Загружено								m _ф г
	в граммах				в моль				
	CuO	Cu	HAc	J ₂	CuO	Cu	HAc	J ₂	
1	9,6	3,595	14,4	3,05					63,4
2	4,8	3,835	14,8	0,76					57,3
3	6,16	3,595	14,4	3,05					60,49
4	3,08	3,835	14,8	0,76					54,05
5	3,08	3,595	20,4	2,05					42,74
6	3,08	3,835	20,8	1,76					59,44
7	9,6	3,451							60,08
8	4,8	2,789							45,76
9	6,16	6,548							53,69
10	3,08	4,235							53,78

Таблица 5 Данные для балансового расчета систем (Cu+CuO+HAc)

Сф моль/кг	m(Cu) непр г	получено					m осадка, г	
		МОЛЬ					теор	практ
		$\Delta n(\text{Cu})$	$\Delta n(\text{ф})$	$\Delta n(\text{ос})$	n(Cu(I))	n(Cu(II))		
0,152	2,57						16,6	
0,211	3,59						16,6	
0,201	3,58						12,67	
0,204	2,78						12,67	
0,232	2,57						10,92	
0,23	3,59						15,92	
0,23	3,58						12,85	
0,183	2,78						8,45	
0,201	3,63						11,68	

3. Определить количество прореагировавшего оксида металла и степень его превращения на основании балансового расчета по данным, представленным в табл.7-8 для процессов получения солей меди

Практическая работа №4.

Расчет графика работы предприятия для выпуска заданного количества целевого продукта малотоннажной химии

Время каждой стадии суммируется и таким образом определяется длительность циклопроизводства в часах и минутах. Временные затраты на производство позволяют определить то количество продукции, которое можно получить в течение рабочего дня, месяца, ода и т.д. Если временные характеристики научно-обоснованы, то без усовершенствования способа производства нельзя увеличить производительность предприятия.

Использование природного сырья в производстве приводит к появлению фактора нестабильности: стадии начальной переработки сырья могут отличаться в десятки раз. Поэтому время процесса будет «плавающим», зависящим от состава сырья и способа его переработки. Нестандартное сырье дает нестандартное нерегламентированное время. Это все учитывается при составлении норм технологического режима и выявлению верхних и нижних пределов диапазона времени.

Расчет предполагает описание технологического процесса по стадиям и операциям с указанием времени, пошедшего на реализа-

цию каждой стадии от стадии подготовки сырья до сдачи готового продукта на склад. Общее время процесса определяется производительностью используемого оборудования. Нормы технологического режима оформляют в виде таблицы 6.

Таблица 6 - Нормы технологического режима

Наименование стадий материальных потоков и операций	Наименование технологических операций			
	Количество загружаемого материального потока, кг	Расход воздуха	Температура,	Длительность операции, час, мин
Итого:				Σ

На основании полученной таблицы составляется план работы предприятия для выпуска заданного количества целевого продукта малотоннажной химии

Практическая работа №5.

Расчет водо- и энергообеспечения установки для производства конкретного количества целевого продукта оговоренным способом

Ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов рассчитываются на единицу готовой продукции. На производстве это могут быть тонна, килограмм, в отдельных случаях грамм, а также 1 м ткани (погонный или квадратный) и т.д. Количество определяется видом продукции, ее количеством и потребностью в ней. Ежегодные нормы – это то количество сырья, материалов и энергоресурсов, которое нужно затратить на производство единицы готовой продукции, которые рассчитываются на базе материального баланса и служат основой для приобретения и контроля сырья. Полупродукты в таблицу включают в том случае, если они являются товарным продуктом другого предприятия и закупаются как сырье. При усовершенствовании производства эти нормы пересматриваются. Результаты оформляются в виде таблицы 7.

Таблица 7 - Ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов

Наименование сырья и материалов	Нормы расхода (кг/т)		
	теоретические	научно-обоснованные	серийного производства

Теоретические нормы расхода – это идеальный случай без образования отходов. Возможны в таблице подстолбцы с плановыми

заданиями по годам, которые вводятся ввиду необходимости совершенствования производства

При расчете ежегодных норм не учитывают способ производства, т.е. возможные остановки производства на капитальный ремонт, временные остановки, а также как работает предприятие – полный год, часть года, по сменам или часть дня и т.д. Ритмичная полная ежедневная загруженность производства легче, чем эпизодическая работа. Таблица 8 составляется по расчету затраченных энергоресурсов.

Таблица 8 - Ежегодные нормы расхода энергоресурсов

Виды энергозатрат	Нормы расхода		
	теоретические	научно-обоснованные	серийного производства
Тепловая энергия			
Электрическая энергия			
Механическая			
Специальные виды энергии (например, у-ф, γ-излучения и т.д.)			

Подсчитываются средние затраты по всем видам энергии на единицу готовой продукции. Службы общего пользования считаются и равномерно распределяются на выпуск продукции. Чем больше служб, тем выше затраты. Таблица 9 составляется по ежегодным нормам образующихся отходов производства. В отличие от предыдущих норм, где заложены противоречия между работодателем и исполнителем, при расчете этой части и те и другие заинтересованы в уменьшении их количества.

Таблица 9 - Ежегодные нормы образующихся отходов

Наименование отхода, агрегатного состояния, статья образования	Возможные направления использования, метод очистки или уничтожения	Нормы расхода (кг/т)		
		теоретические	научно-обоснованные	серийного производства

Библиографический список

1 Иванов, А.М. «Макрокинетика химических процессов»: учебное пособие [Текст] / А.М. Иванов. Юго-Зап. гос.ун-т. Курск, 2012. 340 с

2. Иванов А.М. Макрокинетика химических процессов в исследованиях и технологической практике. Часть I. Гомогенные гомофазные и гомогенные гетерофазные химические процессы. [Текст]/ А.М. Иванов. Курск: Изд-во Курского гос.техн.ун-та, 2009. 117 с.

3. Иванов, А.М. Макрокинетика химических процессов в исследованиях и технологической практике. Часть II. Гетерогенные гетерофазные химические процессы [Текст] / А.М Иванов. Курск: Изд-во КурскГТУ. 2010. 209 с.