

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 31.01.2021 00:21:44
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 31 » 01 2021 г.



Расчеты химических процессов химической технологии

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

Курск 2018

УДК 66.08

Составители: С.Д. Пожидаева

Рецензент

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

Расчеты химических процессов химической технологии: методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Химические процессы химической технологии» для студентов направлений 18.03.01 - Химическая технология / Юго-Зап.гос.ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. Курск, 2018. 17 с. 1 табл.

В методические указания включены практические работы, позволяющие познакомить студентов с 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

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 *4.02.18*. Формат 64x18 1/16
Усл.печ.л. *0,4* Уч.-изд.л. *0,6* Тираж *100* экз. Заказ *618*. Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Введение	4
1 Практическая работа №1. Покомпонентный расчет загрузки на процесс в лабораторном исполнении	4
2 Практическая работа №2. Покомпонентный расчет загрузки на процесс в промышленном исполнении	7
3 Практическая работа №3 Контрольная работа по теме «Покомпонентный расчет»	9
4 Практическая работа №4. Получение балансовых характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля	9
5 Практическая работа №5. Получение балансовых характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля	9
6 Практическая работа №6. Получение макрокинетических характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля	13
7 Практическая работа №7. Получение макрокинетических характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля	13
8 Практическая работа №8. Расчеты по полученным макрокинетическим характеристикам с использованием последних для различных целей	15
9 Практическая работа №9. Контрольная работа по теме «Получение балансовых и макрокинетических характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля»	16
Библиографический список	19

Введение

Методические указания предназначены познакомить студентов с 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

Выполнение работ и обработка результатов помогут четко усвоить общность и различия в понятиях химическая реакция (химическое взаимодействие), химический процесс и способ производства химического продукта (получения иного результата) и научиться грамотно использовать эти понятия в научной и практической деятельности; научиться грамотно использовать знания в области механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов для характеристик нехимических стадий химических процессов; научиться получать макрокинетические описания химических процессов и подвергать их анализу с применением современных методов и приемов, в том числе и тождественных аналогичным в химической кинетике.

Используемые в методических указаниях подходы действенны для формирования действительного моста между фундаментальными и технологическими дисциплинами в плане преемственности, подходов и использования достижений отдельных дисциплин при решении практических задач.

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

Практическая работа №1

Покомпонентный расчет загрузки на процесс в лабораторном исполнении

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 (пооперацион-

ный) 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; – на основе всестороннего изучения действующего производства, технологической и конструкторской документации, литературных данных [2] решить (совместно с руководителем дипломного или курсового проекта), какие конкретные предложения по совершенствованию технологии и оборудования будут внесены в технологическую схему процесса и отражены в расчетах; – 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 рас-

четно-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 теоретические расходные коэффициенты для следующих железных руд, применяемых при производстве 1000 кг чугуна, который содержит 92 % железа, при условии, что руды не содержат пустой породы и примесей:

Шпатовый железняк FeCO_3 ($M = 115,8$ г/моль);

Лимонит $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ($M = 373$ г/моль);

Гетит $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M = 355$ г/моль);

Красный железняк Fe_2O_3 ($M = 159,7$ г/моль);

Магнитный железняк Fe_3O_4 ($M = 231,5$ г/моль).

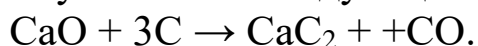
2. Рассчитать практический расходный коэффициент алунитовой руды, содержащей 23 % Al_2O_3 , для получения 1000 кг алюминия, если потери алюминия на всех технологических стадиях составляют 12 % по массе. Алунит имеет формулу $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($M = 828$ г/моль).

3. Химический анализ природного известняка показал следующее: из навески 1,0312 г путем ее растворения, последующего осаждения ионов Ca^{2+} щавелевокислым аммонием и прокаливании осадка CaC_2O_4 получено 0,5384 г CaO ; из навески 0,3220 г путем разложения кислотой получено 68,5 см³ CO_2 (приведенных к нормальным условиям).

Подсчитать содержание углекислого кальция и магния в известняке, если весь кальций в нем находится в виде CaCO_3 , а угольная кислота - в виде карбонатов кальция и магния.

4. Определить расходные коэффициенты извести и кокса в производстве технического карбида кальция (ТКК), имеющего по анализу следующий состав: $\text{CaC}_2 = \text{А} \%$, $\text{CaO} = \text{Б} \%$, $\text{С} = \text{В} \%$, 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 $\text{К} \%$ чистого CaO . Карбид кальция получается по следующей реакции



Варианты контрольного задания представлены в табл. 1

Таблица 1. Варианты контрольного задания

Вариант	Состав ТКК, %				Состав кокса, %				СаО в извести, % (К)
	CaC ₂ (А)	CaO (Б)	С (В)	ПП (Г)	Зола (Д)	ЛК (Е)	Влага (Ж)	С (И)	
1	78	15	3	4	4	4	3	89	96,5
2	77	16	3	4	3	3	5	89	96,0
3	78	15	4	3	2	3	6	89	97,0
4	76	15	3	6	4	4	4	88	96,4
5	76	14	5	5	2	2	3	93	96,6
6	77	13	3	7	4	4	3	89	96,5
7	77	12	3	8	3	3	5	89	96,0
8	77	11	3	9	2	3	6	89	97,0
9	77	14	3	6	4	4	4	88	96,4
10	77	15	3	5	2	2	3	93	96,6
11	78	15	3	4	4	3	2	91	96,5
12	77	16	3	4	3	3	2	92	96,0
13	78	15	4	3	2	3	2	93	97,0
14	76	15	3	6	4	2	1	93	96,4
15	76	14	5	5	2	2	1	95	96,6
16	77	13	3	7	4	2	1	93	96,5
17	77	12	3	8	3	2	1	94	96,0
18	77	11	3	9	2	4	1	93	97,0
19	77	14	3	6	4	4	1	91	96,4
20	77	15	3	5	2	4	1	93	96,6

Практическая работа №2.

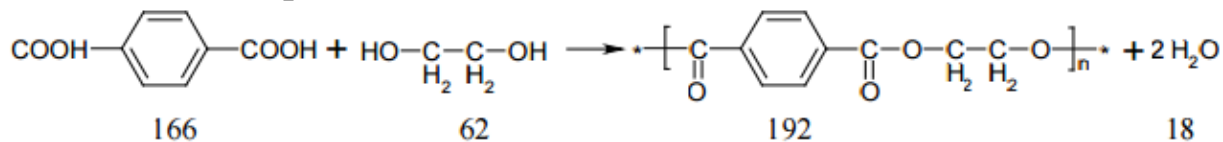
Покомпонентный расчет загрузки на процесс в промышленном исполнении

Постадийный материальный баланс составляется в виде таблиц прихода и расхода продуктов на каждой стадии, исходя из результатов первой части материального расчета.

Задание.

1. Составить материальный баланс получения полиэтилентерефталата (ПТЭФ), идущего на изготовление 1 тонны синтетиче-

ского 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.



2. В РПД протекает жидкофазная реакция первого порядка без изменения плотности реагирующих веществ. До $\tau_1 = 120$ с в целевой продукт превращается 20 % исходного вещества. Определить степень превращения при $\tau_2 = 360$ с в РИВНД и в РИСНД.

3. Жидкофазная необратимая реакция первого порядка протекает с изменением плотности реакционной смеси в реакторе периодического действия. При степени превращения $x_A = 0$, плотность $\rho = 800$ кг/м³; а при $x_A = 1$, $\rho = 1040$ кг/м³. Известно, что за время $\tau = 130$ с объем реакционной смеси уменьшится на 12% от первоначальной величины. Определить степень превращения, которая будет достигнута в РИСНД и РИВНД объемом $V = 0,1$ м³ каждый, при скорости подачи $U = 5,0 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

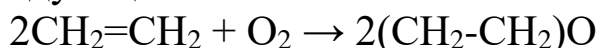
4. Производительность трубчатого реактора полимеризации этилена при 170 МПа равна 6000 кг/ч полиэтилена. Реактор имеет диаметр 60 мм и длину 1000 м. Определить объемную скорость подачи этилена (при указанном давлении и средней температуре газа 190 °С), если степень конверсии этилена равна 12,5 %.

5. Составить материальный баланс трубчатого конвертора метана для конверсии природного газа по следующим данным: – годовая производительность агрегата по метанолу-ректификату $M = 750000$ т; – годовой фонд рабочего времени $Z = 7200$ ч; – расход природного газа 947 м³ на 1 т метанола-ректификата; – давление процесса конверсии 2,0 МПа; – температура на выходе из зоны катализа 860°С; – объемное отношение водяной пар: природный газ 2,83:1; – степень конверсии метана (уточняется расчетом) 0,83; – состав природного газа (%): CH_4 –97,9; C_2H_6 –0,6; C_3H_8 –0,2; C_4H_{10} –0,1; N_2 –0,8; 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.

4. 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:

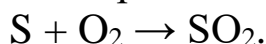


5. На упаривание поступает 9200 кг 56%-ного раствора аммиачной селитры NH_4NO_3 . После упаривания получается 5350 кг раствора с концентрацией 96 % NH_4NO_3 . Составить материальный баланс процесса упаривания.

Практическая работа №3.

Контрольная работа по теме «Покомпонентный расчет»

Составить материальный баланс печи для сжигания серы. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере, кг/ч. Процесс горения описывается уравнением



Исходные данные приведены в табл.2.

Практическая работа №4-5.

Получение балансовых характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля

1. Определить количество прореагировавшего металла и степень превращения металла на основании балансового расчета по данным, представленным в табл.3-4 для процессов получения солей меди по циклической схеме из меди, ацетата меди (II) в среде уксусной кислоты.

2. Определить количество прореагировавшего металла и степень превращения металла на основании балансового расчета по данным, представленным в табл.5-6 для процессов получения солей меди по циклической схеме из меди, оксида меди (II) в среде уксусной кислоты.

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

Таблица 2. Варианты контрольного задания

Вариант	Производительность печи, т/сутки	Степень окисления серы	Коэффициент избытка воздуха
1	60	0,95	1,5
2	60	0,95	1,4
3	60	0,95	1,3
4	60	0,95	1,2
5	60	0,95	1,1
6	50	0,95	1,5
7	50	0,95	1,4
8	50	0,95	1,3
9	50	0,95	1,2
10	50	0,95	1,1
11	55	0,95	1,5
12	55	0,95	1,4
13	55	0,95	1,3
14	55	0,95	1,2
15	55	0,95	1,1
16	60	0,96	1,5
17	60	0,96	1,4
18	60	0,96	1,3
19	60	0,96	1,2
20	60	0,96	1,1

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

№	Загружено								тф 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 4. 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					теор	практ	
		$\Delta n(\text{Cu})$	$\Delta n(\text{ф})$	$\Delta n(\text{ос})$	n(Cu(I))	n(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	

Таблица 5 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 6 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

Таблица 7 Данные для балансового расчета систем (CuO+HAc)

№	Загружено									
	в граммах							В МОЛЬ		
	CuO	р-ль	HAc	J ₂	бисер	доб	m _{загруз}	CuO	HAc	J ₂
	8,4	вода	12,60	0,762	54	йод	60			
2	7,2	вода	10,80	0,762	36	йод	60			
3	9,6	вода	14,76	0,762	36	йод	60			
4	9,6	вода	14,76	0,762	48	йод	60			
5	9,6	вода	14,76	0,762	60	йод	60			
6	9,6	вода	14,76	0,762	72	йод	60			
7	9,6	ЭЦ	14,76	0,762	90	йод	60			
8	9,6	ИПС	14,76	0,762	90	йод	60			
9	9,6	вода	14,76		90	ДФА	60			
10	9,6	вода	14,76		90	ХА	60			
11	9,6	вода	14,76		90	СМ	60			
12	12,8	вода	38,00		120	ХБ	80			
13	12,8	вода	38,00	1	120	ХК	80			
14	12,8	вода	38,00	1?		СМ	80			
15	12,8	вода	33,60	1	120	йод	80			
16	12,8	вода	67,20	1	90	йод	80			
17	12,8	вода	19,70	1	120	йод	80			

Таблица 8 Данные для балансового расчета систем (CuO+HAc)

m _ф Г	C _ф МОЛЬ/КГ	C _{max} , МОЛЬ/КГ	получено						масса осадка	х
			МОЛЬ							
			n _{max}	n(CuO)	Δn _(ф)	Δn _(ос)	m _{солей}	M _{ср}		
84,98	0,201	1,44	0,086						10,11	
82,92	0,229	0,677	0,041						6,315	
70,71	0,188	0,885	0,053						10,66	
72,35	0,2	1,42	0,085						13,98	
127,2	0,227	1,67	0,100						10,92	
73	0,236	1,15	0,069						14,52	
74,3	0,068	0,75	0,045						14,31	
110	0,203	1	0,060						9,91	
112	0,172	1,1	0,066						8,56	
200	0,177	1,04	0,062						5,705	
200	0,132	0,9	0,054						5,02	
200	0,138	0,78	0,062						12,57	
220	0,121	1,12	0,090						13,58	
220	0,165	1,7	0,136						17,89	
220	0,157	1,08	0,086						14,64	
220	0,222	1,42	0,114						13,8	
240	0,206	1,92	0,154						20,46	

Практическая работа №6-7.

Получение макрокинетических характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля

Задание 1. По результатам входного, текущего и выходного контроля (таблица 9) определить скорость коррозии и количество прореагировавшего металла на количество загруженного оксида (таблица 10).

Таблица 9 Данные входного, текущего и выходного контроля

ΔCu, моль	фильтрат			фильтрат(По)			мф-та (ПО),г
	HA	Cu ²⁺	Cu ¹⁺	HA	Cu ²⁺	Cu ¹⁺	
1	2	3	4	5	6	7	8
0,0018	0,57	0,204	9,81	0,13	0,11	8,58	23,8
0,00469	0,5	0,451	8,622	0,14	0,1	9,14	23,9
0,00172	0,71	0,23	0,52	0,13	0,78	0,71	22,7
0,00297	0,52	0,25	0,58	0,11	0,17	0,72	23,7
0,00031	0,61	0,29	0,85	0,17	0,13	0,78	23,4
0,00117	0,74	0,45	0,36	0,18	0,11	0,36	22,7
0,00148	0,8	0,32	0,22	0,15	0,07	0,27	23,5

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8
0,00484	0,63	0,3	0	0,17	0,07	0	21,8
0,00453	0,73	0,33	0	0,38	0,06	0	20,7
0,00117	0,7	0,3	0	0,89	0,07	0,02	22,6
0,00148	0,76	0,32	0	0,09	0,08	0	23,8
0,00242	0,8	0,31	0	0,11	0,09	0	20,7
0,00125	0,61	0,28	0	0,17	0,11	0,03	23,8
0,00023	0,81	0,23	0,13	0,14	0,01	0,06	23,7
0,00055	0,86	0,27	0	0,21	0,04	0	23,1
0,0007	0,83	0,71	0	0,13	0,02	0,07	22,8
0,00125	0,68	1,34	0	0,16	0,34	0,05	22,4

Таблица 10 Таблица для заполнения результатов расчета

суммарно, моль				Коррозия, моль/час	анализ осадка, моль/кг		$\Delta n_{Cu}/n_{O_{CuO}}$
Cu^{2+}	Cu^{1+}	HA	ΔHA		Cu^{2+}	Cu^{1+}	
					13,33	51,56	
					8	70	
					13,63	1,29	
					8,52	1,55	
					7,8	1,16	
					8,33	0	
					11,42	0	
					1,42	0,36	
					1,28	0,33	
					1,61	0,24	
				0	1,25	0,03	
				0	1,03	0,32	
				0	1,25	0	
				0	1,07	0,5	
				0	0,88	0,5	
				0	0,73	0,034	
				0	0,87	0	

Практическая работа №8.

Расчеты по полученным макрокинетическим характеристикам с использованием последних для различных целей

По результатам опытов, выданным преподавателем, заполнить таблицу эксперимента (таблица 11-12), построить кинетические кривые расходования веществ, накопления продуктов. Рассчитать степени превращения компонентов и дополнить расчетами материального баланса.

Данные для расчета

Таблица 11 – Данные по загрузке

Оксид (гидроксид. карбонат)			кислота		трибохимический катализатор			Металлы в зоне реакции, природа, г			Время					
природа	Кол-во		природа	Кол-во		природа	количество		раздробленный	мешалка	Ложное дно	обечайка	приготовления раствора НА	ввода катализатора		оксида
	г	МОЛЬ кг		г	МОЛЬ кг		г	МОЛЬ кг						г	г	

Таблица 12 – Результаты кинетического эксперимента

Время отбора пробы РС		Текущий контроль											
		Медь (I)			Медь (II)			НА					
по часам	От начала опыта, мин	проба, г	результат по методике;	X ₁ , моль/кг	проба, г	результат по методике;	X ₂ , моль/кг	проба, г	результат по методике;	X ₃ , моль/кг	проба, г	результат по методике;	X ₄ , моль/кг

Масса металла : _____ с отложениями
 _____ без отложений

Твердая фаза РС: масса свежотфильтрованного осадка _____ г
 масса высохшего осадка _____ г
 анализ на медь (I) _____
 на медь (II) _____

Фильтрат: масса _____ г
 анализ на медь (I) _____
 на медь (II) _____
 кислота _____

Работа с твердой фазой

Практическая работа №9.

Контрольная работа по теме «Получение балансовых и макрокинетических характеристик на основе результатов входного, текущего и выходного контроля»

1. Получить задание у преподавателя на расчет.
2. Выполнить расчет компонентов загрузки
3. По полученным кинетическим кривым определить содержание компонента в жидкой фазе, твердой фазе. Общее количество прореагировавшего компонента.
4. На основании использования сведений о массах полученных фильтратов и осадок, а также содержания компонентов в них, провести балансовых макрокинетических процессов.

Вопросы для собеседования

1. Можно ли распространить эти понятия на протекание химической реакции?
2. Кинетическое описание химического процесса в условиях реактора идеального смешения с неизменными во времени объемом реакционной смеси и скоростями ввода смесей компонентов в зону реакции и отбора реакционной смеси из этой зоны.
3. В каких случаях кинетические описания химических процессов оказываются наиболее простыми?
4. Какую роль в этом вопросе играет наличие четкой лимитирующей стадии процесса?
5. Гетерогенные гетерофазные химические процессы с подводом реагента из объемной фазы в качестве лимитирующей стадии.
6. Почему одна и та же химическая реакция может лежать в основе множества химических процессов, а один и тот же химический процесс составлять основу множества способов получения конкретного продукта или результата;
7. Запишите кинетическое описание гомогенного гетерофазного процесса при условии, что один из реагентов поступает в фазу протекания химического взаимодействия из иной фазы;
8. Запишите кинетическое описание гомогенного гетерофазного процесса при условии, что лежащее в его основе химическое взаимодействие обратимо и один из продуктов его по ходу процесса уходит в иную фазу;
9. В каком случае процесс с подводом реагента из иной фазы из гомогенного и становится гетерогенным?

10. Может ли потенциально медленная химическая реакция протекать в диффузионном режиме гомогенного гетерофазного химического процесса? Если да, то при каких условиях?

11. Может ли потенциально быстрая химическая реакция протекать в кинетическом режиме гомогенного гетерофазного процесса? Если да, то при каких условиях?

12. Запишите уравнение материального баланса для гомогенного гомофазного процесса в реакторе идеального смешения.

13. Запишите уравнение для выхода целевого продукта при проведении гомогенного гетерофазного химического процесса в реакторе идеального смешения;

14. Какие особенности гетерогенного гомофазного химического процесса?

15. Чем отличается гетерогенный гомофазный химический процесс от гомогенного гомофазного?

16. Перечислите возможные лимитирующие стадии в гетерогенном гетерофазном химическом процессе

17. Чем отличается кинетика химической реакции от макрокинетики химического процесса?

18. В каком случае различия между этими понятиями исчезают?

19. Кинетическое описание химического процесса в условиях реактора идеального смешения при покомпонентном непрерывном вводе реагента(ов) и других компонентов системы и отборе реакционной смеси с постоянной скоростью.

20. Меняется ли смысл порядка реакции в кинетических описаниях химического процесса в кинетическом и в диффузионном режимах протекания?

21. Выражение поверхностной двумерной долевой концентрации для случая, когда из компонентов системы один сорбируется, а остальные практически не сорбируются совсем.

22. Чем отличаются доминирующие характеристики содержания конкретного компонента в системе в химической кинетике и макрокинетике химических процессов? Ответ объясните.

22. Кинетическое описание гомогенного гомофазного процесса в кинетическом режиме протекания.

23. Запишите общий вид уравнения для механизма процесса и систему кинетических уравнений в соответствии с ним.

24. Что такое константа скорости химического процесса?

25. Почему она называется эффективной?
26. Является ли она формальной структурой или в ее состав обязательно входит константа скорости химической реакции?
27. Основные схемы протекания гетерогенно-каталитических процессов и кинетические описания таких процессов.
28. Чем отличаются кинетические уравнения (системы кинетических уравнений) в химической кинетике и в макрокинетике химических процессов?
29. Диффузионный режим протекания гомогенного гомофазного химического процесса в условиях перемешивания реакционной смеси.
30. Запишите кинетическое уравнение для случая, когда в основе химического процесса лежит реакция 1-го порядка.
31. Что такое кинетическое уравнение химического процесса и как его можно найти?
32. Какова роль эксперимента в данном вопросе?
33. Выражение поверхностной двумерной долевой концентрации избирательно сорбирующегося компонента через концентрации компонентов в растворе в случае подчиняющегося уравнению адсорбционного равновесия Лэнгмюра.
34. Отличаются ли структуры кинетических и макрокинетических уравнений? Ответ обоснуйте.
35. Диффузионный режим протекания гомогенного гомофазного процесса в условиях отсутствия какого-либо перемешивания реакционной смеси в зоне реакции.
36. Постройте модель проведения процесса в указанном режиме.
37. Запишите кинетическое уравнение, если процесс на основе химической реакции 1-го порядка.
38. Может ли кинетический эксперимент сочетаться или совмещаться с другими видами? Ответ поясните, желательно с примерами из своей практики.
39. Может ли кинетический эксперимент быть учебным?
40. Устранение поверхностных концентраций из кинетических описаний гетерогенных гомофазных химических процессов.
41. Что такое волюмометрический контроль за ходом проводимого процесса и как он организационно и аппаратурно оформлен?

42. Что Вы можете рассказать о процессе, макростадию которого в модельном варианте Вам предложено выполнить?

43. Дайте определение кинетической кривой, кинетического уравнения, порядка реакции и эффективной константы скорости, а также определитесь, что Вы изучаете: кинетику реакции или макрокинетику химического процесса? Ответ мотивируйте.

44. К какому типу относится реакция, лежащая в основе предложенного к изучению химического процесса? Что является в ней окислителем, а что восстановителем?

45. Где протекает изучаемый окислительно-восстановительный процесс, как доставляются реагенты к этому месту и как оно освобождается от продуктов реакции?

46. Перечислите основные промежуточные стадии химического процесса и каково соотношение между скоростями этих стадий по ходу протекания?

47. Что такое лимитирующая стадия химического процесса и какая его стадия может быть лимитирующей? Может ли лимитирующая стадия химического процесса меняться по ходу его протекания? Если да, то когда и почему?

48. Проведите классификацию химических процессов по месту своего протекания и фазовому состоянию компонентов реакционной смеси. Почему катализатор не входит в число таких компонентов?

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.