

АПРОБАЦИЯ

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Общая химическая технология»
для студентов направления подготовки «Химическая технология»
всех форм обучения

Балаково

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа способствует закреплению и углублению знаний по дисциплинам: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

Цель курсовой работы — закрепить и расширить знания по различным технологическим производствам, составлению материального баланса химических производств.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Химическая технология представляет собой одну из важных отраслей современной техники. Содержанием ее является разработка и совершенствование различных методов обогащения и переработки сырья в товарные продукты.

Химическая технология охватывает преимущественно те производственные процессы, в основе которых лежат химические и физические превращения.

При проектировании какого-либо химического производства необходимо знать производственный рецепт, т.е. соотношение реагирующих веществ определенного качества, режим проведения процесса в каждой его стадии и выход продукции по стадиям и в целом по производству при определенной конструкции аппаратов, скорости процесса и т.д. Все это устанавливается в ходе предварительных исследований в лабораториях и на опытных установках. На основании данных исследований составляются материальные и энергетические балансы (чаще всего тепловые), а затем производится расчет размеров и количества аппаратов с учетом заданной мощности завода. Под *мощностью* завода подразумевается его максимально возможная проектная (обычно годовая) производительность.

В основу *материального баланса* положен закон сохранения массы. При этом общее количество поступающих в производство материалов

должно быть равно общему количеству получаемой продукции. Если такого равенства нет, то имеют место потери в производстве.

Материальный баланс может быть представлен уравнением, левую часть которого составляет масса всех видов сырья и материалов, поступивших на переработку ($\sum m_{\text{прих}}$), а правую — масса получаемых продуктов, включающих также массу производственных потерь ($\sum m'_{\text{расх}}$) (1):

$$\sum m_{\text{прих}} = \sum m'_{\text{расх}} \quad (1)$$

Материальный баланс составляют по уравнению основной суммарной реакции с учетом параллельных и побочных реакций. *Теоретический материальный баланс* рассчитывают на основе стехиометрического уравнения реакции. Статьи прихода и расхода выражаются в виде уравнения (2):

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4 + m_5 + m_6, \quad (2)$$

где m_1 — масса полезного компонента сырья; m_2 — масса примесей в сырье; m_3 — масса целевого продукта; m_4 — масса побочных продуктов; m_5 — масса отходов производства; m_6 — масса производственных потерь, обусловленная неполными химическими превращениями, механическими потерями при транспортировке и хранении сырья и готового продукта.

При составлении материального баланса массы веществ учитываются отдельно для твердой, жидкой и газовой фаз. Поэтому материальный баланс можно выразить в виде уравнения (3):

$$m_{\text{т}} + m_{\text{г}} + m_{\text{ж}} = m'_{\text{т}} + m'_{\text{г}} + m'_{\text{ж}}, \quad (3)$$

где $m_{\text{т}}$, $m_{\text{г}}$, $m_{\text{ж}}$ — массы твердых, газообразных и жидких веществ, поступающих в производство; $m'_{\text{т}}$, $m'_{\text{г}}$, $m'_{\text{ж}}$ — массы твердых, газообразных и жидких полученных продуктов.

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. Материальный баланс составляется на основе технологической схемы по отдельным ста-

диям, аппаратам или агрегатам. Для выполнения материальных расчетов используют расходы веществ, выраженные в кмоль/ч, м³, кг/ч.

Данные материального баланса позволяют проводить анализ влияния изменения технологических параметров на технико-экономические показатели процесса. После проведения расчетов составляют таблицу материального баланса (табл. 1).

Таблица 1

Материальный баланс

Приход			Расход		
Вещество	Количество		Вещество	Количество	
	кг	%		кг	%
Вещество 1	m ₁		Целевой продукт	m ₃	
Вещество 2	m ₂		Побочный продукт	m ₄	
			Отходы	m ₅	
			Производственные потери	m ₆	
Итого		100	Итого		100

В качестве примера в табл. 2 приведен упрощенный материальный баланс и в табл. 3 — тепловой баланс коксования угля (на 1 т. рабочей шихты). При этом принимается, что в результате коксования получают кокс и химические продукты коксования — смола, водный конденсат и газ.

Таблица 2

Материальный баланс коксования угля

Приход	кг	Расход	кг
Загруженный сухой уголь	920	Кокс валовый	719,6
		Смола	32,0
		Сырой бензол	9,0
		Аммиак	2,9
Влага угля	80	Газ сухой	130,9
		Сера газовая	2,9
		Влага общая	98,4
		Потери	4,3
Всего	1000	Всего	1000

Таблица 3

Тепловой баланс коксования угля

Приход	кдж	%	Расход	кдж	%
Тепло горения газа	2654400	98	Тепло нагрева кокса	1066800	39,4
Физическое тепло газа и воздуха	26376	1,0	Тепло нагрева продуктов коксования	877506	32,4
Физическое тепло шихты	26292	1,0	Тепло, уносимое продуктами горения	399840	14,8
			Потери тепла в окружающую среду	362922	13,3
Всего	2707068	100	Всего	2707068	100

ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы и подразделы:

Введение

1. Синтез химико-технологической системы

1.1. Информационный анализ

1.2. Характеристика исходного сырья и вспомогательных материалов

1.3. Характеристика готового продукта

1.4. Химизм процесса

1.5. Технологическая схема

1.6. Основные параметры процесса

2. Анализ химико-технологической системы

2.1. Расчет материального баланса

Заключение

Список используемой литературы.

Во введении в краткой и четкой форме приводится применение и назначение химического продукта, освещаются вопросы состояния мировой и отечественной промышленности химического продукта, проблемы, стоящие перед предприятиями, динамика развития производства химиче-

ского продукта, приведена актуальность выбранной темы и сформулирована цель курсовой работы.

Информационный анализ направлен на изучение существующих способов производства химического продукта, их сравнительной характеристики, на выбор наиболее эффективного способа производства химического продукта, который с наименьшими затратами позволяет выпускать продукцию высокого качества. При этом приводится подробное обоснование выбранного способа производства химического продукта.

Характеристика исходного сырья отражает основные физико-химические свойства исходных материалов, применяемых для получения химического продукта. Характеристику исходного сырья и вспомогательных материалов желательно привести в виде таблицы (пример оформления приведен в табл. 4).

Таблица 4

Характеристику исходного сырья и вспомогательных материалов

Наименование сырья и вспомогательных материалов	Регламентируемые показатели	Значение
1. Кислота фосфорная экстракционная	1 Массовая доля оксида фосфора (V) (P_2O_5) в осветленной фосфорной кислоте, %, не менее: - дигидратная; - полугидратная; - подупаренная; - упаренная	27,0 35,0 - 37,0 33,0 52,0
	2 Массовая доля сульфатной серы в пересчете на оксид серы (SO_3), %, не более ($г/дм^3$, не более): - дигидратная; - полугидратная; - подупаренная; - упаренная	2,5 (32,5) 2,0 (28,5) 3,3 (45) 4,0 (66,0)
	3 Массовая доля фтора (F), %, не более: - дигидратная; - полугидратная; - подупаренная;	- 2,0 - 1,9 - 2,0
	4. Массовая доля осадка %, не более: - дигидратная; - полугидратная;	1,5 1,5

	- подупаренная; - упаренная	2,2 5,0
2. Кислота серная техническая 1 сорт	Массовая доля моногидрата (H ₂ SO ₄) не менее, %	92,5
3. ...		
4. ...		

Характеристика готового продукта отражает требования стандартов или технических условий, которые предъявляются к качеству полученной продукции. Характеристику готового продукта желательно привести в виде таблицы (пример оформления приведен в табл. 5).

Таблица 5

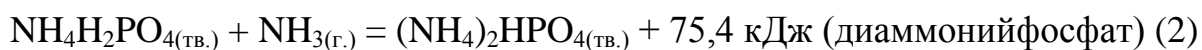
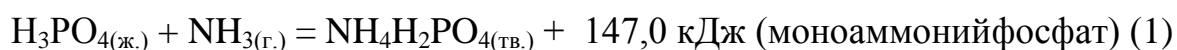
Характеристику готового продукта

Наименование показателей	Значение
1. Внешний вид	Гранулированный продукт
2. Массовая доля общего азота, %	20 ± 1
3. Массовая доля общих фосфатов в пересчете на P ₂ O ₅ , %	20 ± 1
4. Массовая доля сульфатной серы в пересчете на S, %, не менее	14 ± 1
5. ...	
6. ...	

Химизм процесса включает в себя схемы химических реакций, при которых образуются готовые и/или побочные продукты.

Пример оформления химизма процесса:

Получение азотно-фосфорного серосодержащего удобрения основано на процессе нейтрализации смеси фосфорной и серной кислоты газообразным аммиаком по следующим реакциям:



Технологическая схема процесса включает в себя чертеж и описание технологического процесса, который проводится с учетом последовательности основных технологических операций в соответствии с выбранной

технологической схемой производства. В описании указывается назначение отдельных стадий технологического процесса с указанием соответствующих позиций по схеме.

Параметры технологического процесса составляют по практическим и литературным данным, результатам научно-исследовательских работ и другим источникам на основании выбранной схемы технологического процесса. Параметры приводятся последовательно по ходу технологического процесса. Параметры технологического процесса желательно привести в виде таблицы (пример оформления приведен в табл. 6).

Таблица 6

Параметры технологического процесса

Наименование стадии технологического процесса	Параметр	Значение
1. Первая стадия нейтрализации смеси кислот аммиаком	Температура, °С	90 - 120
	Плотность, кг/м ³	1390 - 1430
	Мольное отношение $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$, моль/моль	1,35 - 1,55

2. Вторая стадия нейтрализации пульпы жидким аммиаком и серной кислотой	Расход аммиака, т/ч	2
	Расход серной кислоты, т/ч	2,5
...		

Материальные расчеты проводятся по расчетам удельных норм расхода сырья в соответствии со стехиометрией химических реакций, протекающих в системе, с учетом потерь и возвратных отходов.

В заключении формируются краткие выводы, вытекающие из выполненной курсовой работы. В них характеризуется эффективность технических решений поставленной в курсовой работе задачи.

Список используемой литературы оформляется в порядке упоминания публикаций в тексте (не менее 5 первоисточников). Оформление ссылок представлено в Приложении.

ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

Графическая часть работы включает в себя чертеж технологической схемы производства и состоит из одного листа. Технологическая схема выполняется в виде рисунка и входит в структуру пояснительной записки в подраздел 1.5. Технологическая схема.

В качестве подрисуночной подписи, приводится наименование рисунка и позиций. Например: Рис.1. Технологическая схема производства формальдегида из метанола: 1 — воздухоподувка, 2 — испаритель метанола, и т.д.

Рекомендации по составлению и изображению технологической схемы изложены в [8].

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Работу следует начинать с обязательного ознакомления с рекомендуемой литературой и производственными данными. Необходимо глубокое изучение физико-химических основ протекающих процессов, установления величин и параметров, характеризующих работу аппаратов, технологических схем производства. На последнем этапе курсовой работы рассчитывается материальный баланс производства.

ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Защита курсовой работы осуществляется во время зачетной недели, в виде доклада по выполненной презентации курсовой работы в течение 15 мин.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Титульный лист оформляется по образцу, который необходимо скачать с ИОС сайта БИТИ НИЯУ МИФИ.

Объем курсовой работы должен составлять не менее 30 страниц текста, набранного на компьютере. Курсовая работа выполняется на листах формата А4 шрифтом Times New Roman №14, междустрочный интервал — полуторный (1,5). Поля: сверху и снизу по 2,0 см, слева — 3,5 см, справа — 1,0 см. Абзацный отступ 1,25 см от левой границы текстового поля. Оформление титульного листа представлено в приложении 2. Выравнивание текста: заголовки глав, параграфов, текст работы - по ширине; названия таблиц — по центру. Номер страницы ставится внизу страницы по центру. При оформлении работы нельзя использовать жирный шрифт, курсив, подчеркивание, выделение цветом.

В тексте расчетно-пояснительной записки должны быть ссылки на литературные источники для всех расчетных формул, физических величин и других данных, взятых из литературы. Ссылки на литературу следует давать в виде заключенного в квадратные скобки порядкового номера источника.

Пояснительная записка выполняется в рамках: на странице с содержанием рамка равна 35-40 мм, на всех остальных страницах — 15 мм. Заполнение рамки следующее: ХМТН. 00.00.000 ПЗ (вместо первых двух нулей необходимо указать год выполнения работы; вместо вторых двух нулей необходимо указать последние цифры зачетки; остальные нули в пояснительной записке остаются без изменения; ПЗ — пояснительная записка); тема работы; БИТИ НИЯУ МИФИ, гр. ХМТН-3з.

Студенты заочной формы обучения сдают курсовую работу не позднее, чем за 2 недели до начала сессии на кафедру «Физика и естественно-научные дисциплины».

Для допуска студента к защите работа проверяется на антиплагиат. Оригинальность курсовой работы - не менее 50%.

Курсовые работы, имеющие положительные рецензии, допускаются к защите, а работы с отрицательной рецензией возвращаются студенту на доработку.

ЗАДАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Задание к курсовой работе выдается преподавателем индивидуально каждому студенту. Курсовую работу предлагается выполнить на тему «Анализ и синтез химико-технологической системы ...».

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Бесков В.С. Общая химическая технология: учеб. для вузов / В.С. Бесков.-М.: ИКЦ "Академкнига", 2005.-452 с.
2. Кутепов А.М. Общая химическая технология: учеб. для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. - 3-е изд., перераб. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.-528 с.
3. Соколов Р.С. Химическая технология: учеб. пособ. для студентов вузов / Р.С. Соколов.-М.: Владос-Пресс, 2003.-Т.1.-368 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология: учеб. пособ. для студентов вузов / Р.С. Соколов.-М.: Владос-Пресс, 2003.-Т.2.-448 с.

Дополнительная

5. Зубова Н.Г. Общая химическая технология: мет. указ. / Н.Г. Зубова, И.Н. Сеницына.-Балаково: БИТТУ, 2013.-16 с.
6. Расчеты по технологии неорганических веществ: учеб. / под ред. М.Е. Позина.-Л.: Химия, 1977.-496 с.
7. Расчеты химико-технологических процессов: учеб. / под общ. ред. И.П. Мухленова.-Л.: Химия, 1976.-304 с.
8. Мухленов И.П. Общая химическая технология: учеб. для вузов / И.П. Мухленов, А.Я. Авербух, Е.С. Тумаркина.-М.: Высшая школа, 1984.-Т.1.-256 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Основные положения	2
Оформление расчетно-пояснительной записки.....	5
Оформление графической части работы.....	7
Последовательность работы	7
Защита курсовой работы.....	7
Общие методические указания на проектирование.....	7
Задания к курсовой работе.....	8
Литература.....	8
Приложение	10

Оформление ссылок осуществляется следующим образом:

Книги:

Бесков В.С. Общая химическая технология: учеб. для вузов / В.С. Бесков.-М.: ИКЦ "Академкнига", 2005.-452 с.

Кутепов А.М. Общая химическая технология: учеб. для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. - 3-е изд., перераб. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.-528 с.

Статьи из журналов:

Айзейштейн Э.М. Производство химических волокон и нитей в мире и в России в 2004 г. - движение в разные стороны // Химические волокна, 2005.-№5.-С. 70-80.

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Общая химическая технология»
для студентов направления подготовки «Химическая технология»
всех форм обучения

Составила Зубова Наталья Геннадьевна