

АПРОБАЦИЯ

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

## **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»  
для студентов направления подготовки «Химическая технология»  
всех форм обучения

Балаково

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» является важнейшей формой самостоятельной работы студентов направления «Химическая технология». Курсовой проект включает расчет типовой установки и ее графическое оформление.

Цель курсового проекта — анализ и обобщение литературных данных, закрепление и расширение знаний по процессам и аппаратам химической технологии.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В химической технологии рассматриваются процессы, в которых исходные материалы претерпевают превращения, не только вызывающие изменения физических свойств вещества, но и приводящие к образованию веществ другого состава, с новыми химическими свойствами. При выборе аппаратов для проведения этих процессов необходим учет важнейших факторов: температуры, давления, химических свойств вещества и т.д. Так, многие процессы могут быть реализованы различными методами (например, процесс разделения многокомпонентных систем — методами ректификации, или экстракции) в соответствующем аппаратном оформлении.

Целью расчета химических процессов и аппаратов является определение массовых потоков перерабатываемых материалов, определение энергетических затрат, необходимых для осуществления процессов, и вычисление основных размеров машин и аппаратов.

Для химика-технолога важно не столько определение материальных и энергетических соотношений процесса, сколько глубокий анализ его кинетических закономерностей. Этот анализ позволяет найти оптимальные условия процесса, при которых размеры машин и аппаратов минимальны.

В подавляющем большинстве случаев производственные установки химической промышленности создают по схеме, приведенной на рис.1.

Исходное сырье поступает в реактор, где лишь частично превращается в продукты реакции. Выходящая из реактора смесь продуктов реакции и непрореагировавшего сырья направляется в массообменную разделительную аппаратуру, в которой производится разделение смеси на продукты реакции и непрореагировавшее сырье. Последнее возвращается в реактор, а продукты реакции поступают на дальнейшую переработку.



Рис. 1. Связь реактора с разделительной аппаратурой в технологической схеме

Основа химического производства — реактор — работает оптимально только в сочетании с оптимально работающим разделительным агрегатом, и работа последнего имеет в химической промышленности не меньшее значение, чем работа самого реактора.

В разделительном агрегате могут проводиться разнообразные процессы. Технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью переноса вещества (массы) из одной фазы в другую, называют *массообменными процессами*, а аппараты, предназначенные для проведения этих процессов, — *массообменными аппаратами*. Основными и важнейшими массообменными процессами являются абсорбция, ректификация, экстракция, кристаллизация, адсорбция, сушка и т.д.

*Абсорбцией* называется процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями (абсорбентами).

*Ректификация* — процесс разделения гомогенных смесей летучих жидкостей путем двустороннего массо- и теплообмена между неравновесными жидкой и паровой фазами, имеющими различную температуру и движущимися относительно друг друга.

*Экстракцией* в широком смысле называют процессы извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей (экстрагентов).

*Кристаллизацией* называют выделение твердой фазы в виде кристаллов, главным образом, из растворов и расплавов.

Под *адсорбцией* понимают процесс поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом — адсорбентом.

*Сушка* — удаление влаги из твердых и пастообразных материалов.

## ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка содержит разделы:

Введение

1. Технологическая схема установки

2. Массообменные расчеты

Заключение

Список используемой литературы.

Во *введении* в краткой форме необходимо описать сущность и назначение абсорбционного процесса, привести определение процесса абсорбции, виды абсорбции, понятие десорбции, привести виды аппаратов, в которых осуществляется процесс абсорбции и их сравнительную характеристику. Необходимо также указать роль и место в отрасли потребителя продукта, получение которого обусловлено заданием на проектирование.

*Технологическая схема установки* включает в себя ее описание с учетом последовательности основных технологических операций. В описании указывается назначение отдельных стадий технологического процесса с указанием соответствующих позиций по схеме.

*Массообменные расчеты* выполняют с целью определения поверхности массообмена и габаритов массообменного аппарата. Все расчеты следует выполнять по форме [3].

В *заключении* дается анализ полученных результатов, их соответствия заданию на проект, а также приводятся предложения о возможных путях совершенствования данного процесса и его аппаратного оформления.

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

## ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть проекта должна содержать 2 листа (формат А4):

- 1) технологическую схему производства;
- 2) чертеж общего вида оборудования.

## ОФОРМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ

На чертеже общего вида аппарата должна быть выполнена *таблица назначения штуцеров, патрубков, гильз и других элементов аппарата*. *Техническая характеристика* включает в себя назначение аппарата, объем аппарата, производительность, площадь поверхности теплообмена, максимальное давление, максимальную температуру среды, мощность привода, частоту вращения деталей, токсичность и взрывоопасность среды и другие необходимые данные. В *технических требованиях* на чертеже указывают обозначение ГОСТов и ТУ, согласно которым должен быть изготовлен аппарат, требования к испытанию на прочность и плотность сварных швов и других видов соединений; сведения о необходимости тепловой изоляции, гуммирования и других антикоррозионных покрытий. Перечень составных частей изделия следует выполнять в виде таблицы. Надписи, техническую характеристику, технические требования и перечень составных частей следует выполнять по форме [3]. Таблицы, техническую характеристику и технические требования и перечень составных частей следует располагать над основной надписью чертежа.

*Перечень основных составных частей и элементов технологической схемы располагают на чертеже над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм в виде таблицы. Условные изображения и обозначения трубопроводов должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений.*

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

Работу над проектом следует начинать с обязательного ознакомления с назначением технологического процесса и его основных стадий. Затем необходимо сделать массообменные расчеты рассматриваемого технологического процесса. На заключительном этапе курсового проекта выполняются чертежи.

## ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защита курсового проекта осуществляется во время зачетной недели, в виде устного отчета в течение 15 мин.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

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

Объем курсового проекта должен составлять не менее 20 страниц текста, набранного на компьютере. Курсовой проект 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. Т. Выравнивание текста: заголовки глав, параграфов, текст работы - по ширине; названия таблиц — по центру. Номер страницы ставится внизу страницы по центру. При оформлении проекта 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 да-

вать в виде заключенного в квадратные скобки порядкового номера источника.

Чертежи выполняются в электронном виде при помощи программного обеспечения «Компас» и распечатываются на листе формата А4. Требования по выполнению чертежей технологической схемы и основного аппарата изложены в [3].

Пояснительная записка выполняется в рамках: на странице с содержанием рамка равна 40 мм, на всех остальных страницах — 15 мм. Заполнение рамки следующее: ХМТН. 00.00.000 ПЗ (вместо первых двух нулей необходимо указать год выполнения проекта; вместо вторых двух нулей необходимо указать последние цифры зачетки; остальные нули в пояснительной записки остаются без изменения; ПЗ — пояснительная записка); тема проекта; БИТИ НИЯУ МИФИ, гр. ХМТН-4з.

Чертежи выполняются в рамках шириной 55 мм. Заполнение рамки следующее: ХМТН. 00.00.000 СТ или ВО (вместо первых двух нулей необходимо указать год выполнения проекта; вместо вторых двух нулей необходимо указать последние цифры зачетки; вместо трех нулей необходимо указать номер чертежа, например для технологической схемы 001, для чертежа общего вида оборудования 002; СТ — схема технологическая; ВО — вид общий); тема проекта; БИТИ НИЯУ МИФИ, гр. ХМТН-4з.

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

Для допуска к защите студента курсовой проект проверяется на антиплагиат. По требованию к антиплагиату количество оригинальности не должно быть менее 50%.

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

## ЗАДАНИЯ К КУРСОВЫМ ПРОЕКТАМ

Номер задания на курсовое проектирование выбирается индивидуально по вариантам, соответствующим последней цифре зачетной книжки студента; если последняя цифра 0, то вариант контрольных заданий 10 (табл. 1). Курсовой проект предлагается выполнить на тему «Расчет абсорбционной установки».

Таблица 1

### Варианты контрольных заданий

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип абсорбционной колонны	насадочная									
Газ	кокосовый									
Улавливаемое вещество	бензольные углеводороды									
Поглотитель	каменноугольное масло									
Производительность по газу при н.у., м <sup>3</sup> /с	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Концентрация бензольных углеводородов в газе при н.у., кг/м <sup>3</sup> :										
- на входе в абсорбер, ·10 <sup>-3</sup>	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
- на выходе из абсорбера, ·10 <sup>-3</sup>	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
Содержание углеводородов в поглотительном масле на входе в абсорбер, % (масс)	11	13	15	17	19	10	12	14	16	18
Температура в абсорбере, °С	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Давление газа на входе в абсорбер, МПа	0,117					0,118				

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособ. /под ред. П.Г. Романкова.–Л.: Химия, 1987.–576 с.
2. Плановский А.Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: учеб. для вузов / А.А. Плановский, П.И. Николаев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1987. - 496 с.

### Дополнительная



3. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского.– М.: Химия, 1991.–496 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Основные положения .....	3
Оформление расчетно-пояснительной записки.....	5
Оформление графической части проекта.....	6
Оформление спецификаций.....	6
Последовательность работы над проектом.....	7
Защита курсового проекта.....	7
Общие методические указания на проектирование.....	7
Задания к курсовым проектам.....	8
Рекомендуемая литература.....	8
Приложение .....	11

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.

# **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»  
для студентов направления подготовки «Химическая технология»  
всех форм обучения

Составила Зубова Наталья Геннадьевна