

### **Задание:**

1. Ознакомиться с теоретической частью практических занятий.
2. Ответить на контрольные вопросы письменно.
3. Выполненное задание отправить на эл. почту [bandreeva68@mail.ru](mailto:bandreeva68@mail.ru) не позже 15.00 21.05.2020

### **Практическое занятие.**

#### **Вычерчивание и чтение технологических схем**

Процесс производства невозможно представить без регламентации технических действий и этапов. Для этого разрабатывается специальный документ – технологическая схема. Схема представляет собой графическую или текстовую интерпретацию необходимого набора операций, соблюдение которых приводит к получению готового продукта.

#### **Виды технологических схем**

##### Общая классификация:

#### **1. Промышленная технологическая схема.**

Наиболее распространенный тип, который широко распространен при производстве габаритных товаров, больших объемов или крупногабаритной продукции. Они рассчитаны на длительное использование при производстве однотипной продукции долгое время. Она может быть разработана таким образом, чтобы ее можно было применять при производстве разнообразных однотипных товаров. Такие типы называют совмещенными. Главное преимущество в том, что можно значительно снизить уровень первоначальных капиталовложений и производственных расходов в процессе эксплуатации оборудования.

#### **2. Опытно-промышленные.**

Данный тип является предвестником промышленных схем. Они разрабатываются в тех случаях, когда необходимо наладить производство принципиально нового типа продукции. Она может быть немного упрощенной и дополняться в процессе работы производственной линии. На ее основе технологи собирают информацию для составления основных промышленных технологических схем.

#### **3. Стендовые установки.**

Их еще называют модульными, они представляют собой небольшие монтажные фермы, на которых смонтированы различные типы аппаратуры. Подобная конструкция значительно упрощает производственные

эксперименты, так как можно легко и быстро сделать переоборудование установки. Они применяются на небольших производствах, с незначительным объемом и габаритами производимой продукции.

#### **4. Лабораторные установки.**

Являются аналогом стендовых и позволяют разработать схему производства абсолютно новой продукции в лабораторных условиях, под надзором инженеров и разработчиков. Они применяются в тех случаях, когда процесс перехода от лабораторных испытаний к непосредственному производству без потери эффективности и качества. Лабораторные условия позволяют провести широкий спектр экспериментов, изучить все преимущества и недостатки технологических схем, а также точно определить пути усовершенствования.

Существует классификация технологических схем, исходя из типа производственной организации:

##### **1. Схемы периодического действия.**

Промышленное производство на их основе предусматривает периодические паузы и остановки производственного процесса. Процесс производства обычно выполняется в одну или две смены.

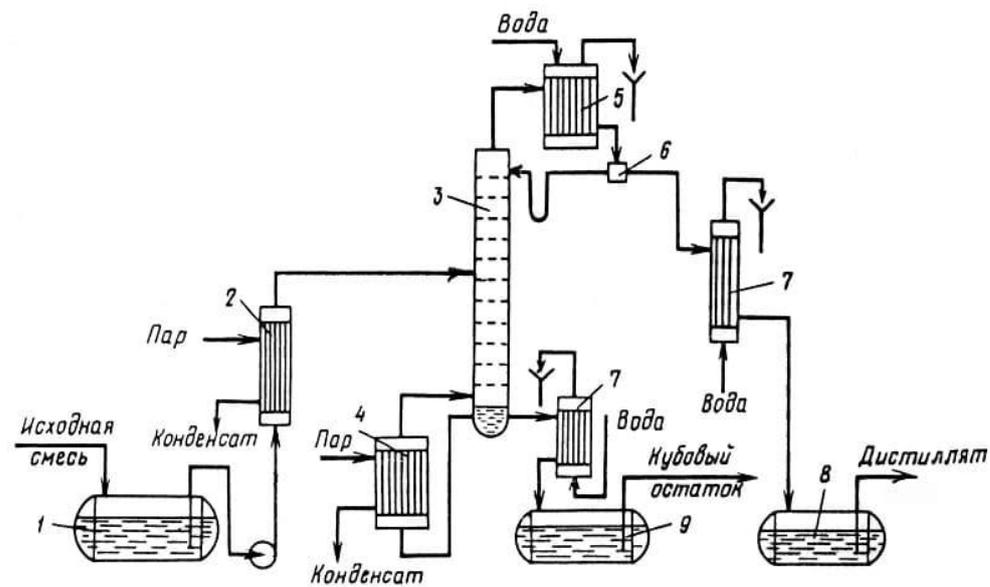
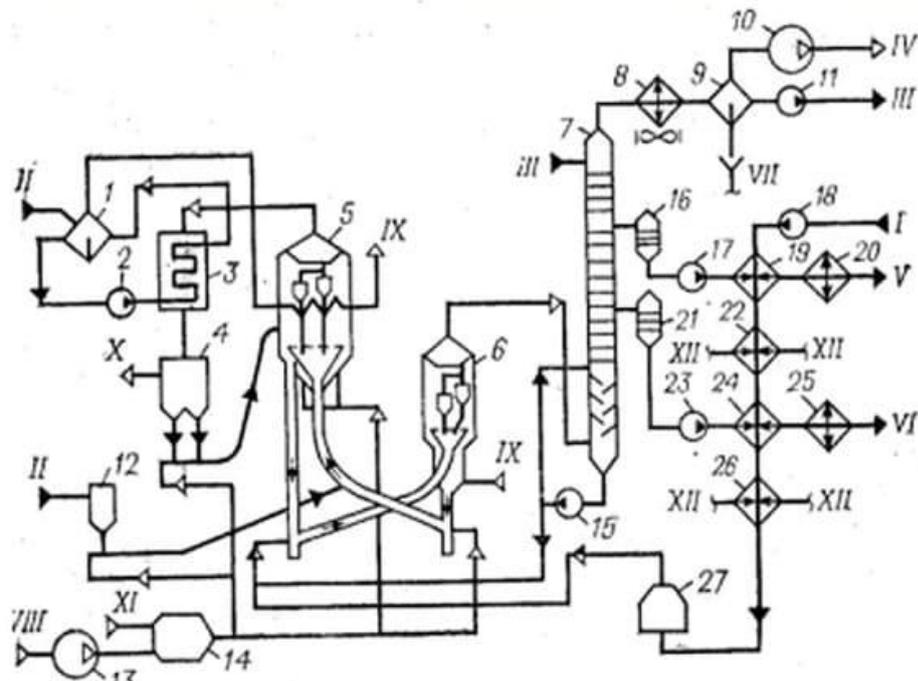
##### **2. Схемы непрерывного действия.**

Технологический процесс, регламентируемый ими, предусматривает определенную очередность операций, которые позволяют производить товар без необходимости прерывания. Практически каждый завод, производящий продукцию большими объемами, работает в непрерывном режиме. Важно, чтобы технологическая схема учитывала форс-мажорные ситуации и регламентировала способы их решения без остановки оборудования.

##### **3. Схемы комбинированного типа.**

Смешанные схемы предусматривают технологический процесс, сочетающий непрерывные и прерывающиеся этапы. Подобные модели достаточно распространены, так как они более универсальны. На их основе можно производить продукцию различных типов, а также на производствах, которые зависят от уровня заказов и сезонности.

Технологическая схема установки с кипящим слоем микросферического катализатора

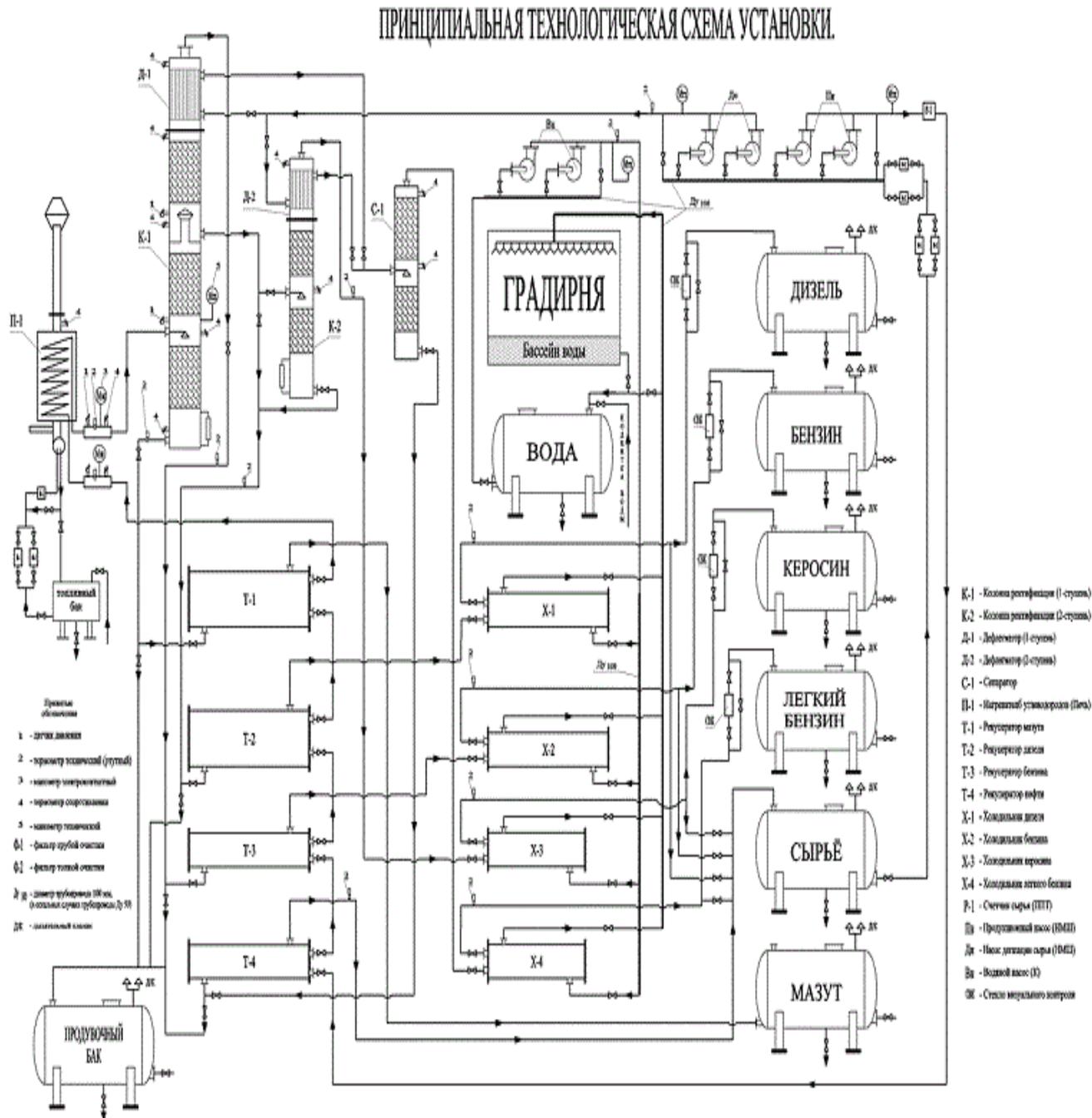


В зависимости от объема учетной информации, схемы делятся на два типа:

- полная;
- принципиальная.

Полная включает графическое изображение производственного процесса, описание процессов, оборудования и приборов, автоматических процессов, устройств безопасности и защиты, энергетического питания, поставки и хранения сырья, а также готовой продукции. Она идеально подходит для изучения полного технологического процесса и наладки производственного процесса. Но она не подходит для первичного ознакомления, так как

содержит огромный объем информации, быстро изучить который невозможно.



С принципиальной разновидностью работать намного легче, она отлично подходит для первичного ознакомления и содержит следующую информацию:

1. Очередность производственных операций — четко регламентирует последовательность выполняемых действий (примером может быть покраска, сушка, нагревание, охлаждение, химические процессы и другие).

2. Необходимое оборудование для производства.
3. Нормы технологического режима производственных участков (электрическое напряжение, давление, температура и другие).
4. Способы эксплуатации сырья, заготовок и других дополнительных компонентов, получение готовой продукции, вторичное использование отходов и побочной продукции.

Принципиальную схему стоит предоставлять инженеру по безопасности, чтобы он разработал план эвакуации, расстановки выходов и средств индивидуальной защиты.

### **Принципы составления технологической схемы**

Технологическая схема должна составляться в строгой последовательности и соответствии с основными принципами. Она должна включать методы и способы производства, правила выполнения технологических процессов, условия работы, четкий порядок и последовательность этапов.

Чаще всего весь процесс представляет собой сложную структуру в виде чертежа. Он состоит из блоков, символизирующих операции, и векторов, соединяющих их.

Вектора в данном случае указывают на движение продукта.

Часто блочные схемы дополняются буквенными и цифровыми данными, указывающие на тип оборудования. Операции могут выражаться в виде треугольников, кругов, прямоугольников и других геометрических фигур. Это значительно упрощает процесс чтения, и делает ее меньше и лаконичнее.

Типовая принципиальная технологическая схема обычно содержит перечень следующих этапов:

1. Этап приема основного сырья, заготовок, готовых элементов и дополнительных компонентов, расположение в складских помещениях с описанием процесса погрузочных работ.
2. Первичная обработка сырья или заготовок.
3. Основной этап производства, предусматривающий изготовление ключевых деталей, компонентов или узлов готового продукта.
4. Этап монтажа и комплектации товара, предусматривающий соединение полученных ранее компонентов и узлов.
5. Упаковка готового товара.
6. Отгрузка товара на склад для хранения или поставка покупателям.

К счастью, в наше время составлять схемы вручную не нужно, существует определенный набор компьютерных программ, позволяющих упростить и ускорить процесс выполнения проекта. К таким программам можно отнести CADE, Concept Draw Pro и Diagram Designer. Они имеют определенные шаблоны, основываясь на которых можно создавать собственный проект.

Имеющийся функционал упрощает процесс создания схем, диаграмм и графиков, вводя исходные данные.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое технологическая схема?
2. Общая классификация технологических схем.
3. Классификация технологических схем по типу производственной организации.
4. Классификация технологических схем по объему учетной информации.
5. Принципы составления технологической схемы.

### **Практическое занятие.**

#### **Составление материального баланса установки.**

**Материальный баланс** является основой всех технологических расчетов. По данным материального баланса определяются размеры и число необходимых аппаратов, расход сырья и вспомогательных продуктов, вычисляются расходные коэффициенты по сырью, выявляются отходы производства.

Материальный баланс представляет вещественное выражение закона сохранения массы применительно к химико-технологическому процессу: масса веществ, поступивших на технологическую операцию (приход) равна массе веществ, полученных в этой операции (расход), что записывается в виде уравнения баланса  $\Sigma m_{\text{приход}} = \Sigma m_{\text{расход}}$ .

Статьями прихода и расхода в материальном балансе являются массы полезного компонента сырья ( $m_1$ ), примесей в сырье ( $m_2$ ), целевого продукта ( $m_3$ ), побочных продуктов ( $m_4$ ), отходов производства ( $m_5$ ) и потерь ( $m_6$ ), поступивших в производство или на данную операцию:

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4 + m_5 + m_6$$

Материальный баланс составляется на единицу времени (час), на единицу выпускной продукции, на один производственный поток или на мощность производства в целом.

Таблица материального баланса для непрерывных процессов размещается на принципиальной технологической схеме внизу или на отдельных листах. Для каждого потока указывается его состав, расход в кг/час или м<sup>3</sup>/час. Номера потоков проставляются на технологической схеме.

На основании общего материального баланса производства определяются расходные коэффициенты сырья и вспомогательных материалов, необходимые для оценки экономической эффективности производства.

При составлении материальных балансов в качестве исходных данных могут быть заданы следующие величины.

1. Годовая производительность по готовому продукту в т/год, которую для расчета надо перевести в кг/ч (приняв во внимание фактическое число часов работы установки в год).

2. Состав исходного сырья и готового продукта. Если сырьё имеет очень сложный состав, то для расчета материального баланса можно принять условный, но вполне определенный состав. Соответственно принятому составу сырья рассчитывается состав продуктов реакции.

3. Основные технологические параметры (температура, давление, мольное или массовое соотношение между реагентами), данные по конверсии и селективности. Конверсию и селективность можно принять на основе литературных и производственных данных или данных лабораторных исследований.

4. Потери на каждой стадии процесса. Технологические потери возникают вследствие уноса части продуктов реакции с абгазами или с выводимыми потоками за счет частичного растворения, неполного извлечения в массообменных процессах (абсорбции, экстракции, ректификации и т.п.). Данные потери задаются или их значения выявляются на производственной практике. Если в проекте заложены новые процессы и аппараты, то необходимо провести предварительный расчет этих процессов для нахождения указанных величин.

Все недостающие данные для составления материального баланса находят расчетным путем, основываясь на закономерностях химико-технологических процессов.

При выполнении расчетов по составлению материальных балансов необходимо ясно представлять сущность процессов, протекающих на различных стадиях в том или ином аппарате. Целесообразно придерживаться следующего порядка:

1. Составить технологическую схему процесса (без вспомогательного оборудования – насосов, компрессоров и т.д.) с нанесением всех аппаратов, где происходят изменения составов и величин материальных потоков.

2. Составить уравнения химических реакций, протекающих в каждом из аппаратов, где имеет место химическое превращение. На их основе, если

известны количество и состав выходящих из аппарата потоков, можно рассчитать необходимое количество исходных продуктов. И наоборот, если известны состав и количество исходных продуктов, то зная конверсию и селективность процесса, можно рассчитать состав и количество потока, выходящего из реакционного узла.

3. Нанести на схему все известные числовые данные о количественном и качественном составе потоков.

4. Установить, какие недостающие величины подлежат определению расчетным путем, и выяснить, какие математические соотношения надо составить для нахождения неизвестных величин.

5. Располагая всеми нужными соотношениями между известными и неизвестными величинами, а также необходимыми справочными данными, приступают непосредственно к расчету материальных балансов.

Ниже приводится порядок расчета материального баланса для наиболее общих случаев.

**Пример.** Известно:

— производительность по готовому продукту, т/год;

— качество сырья и состав готового продукта, % масс.;

— степень извлечения или коэффициент выхода готового продукта на всех стадиях процесса;

— составы всех выходящих с установок производства потоков.

Материальный баланс в этом случае составляется в следующей последовательности:

1. Определяется в готовом продукте содержание целевого компонента и других примесей (кг/ч).

2. Зная потери целевого продукта на каждой стадии ( $P_i$ ) определяют, какое количество целевого компонента должно содержаться в исходной реакционной массе:

$$C_{p.m.} = C_{пр} (100 + \sum \% P_i),$$

где  $C_{p.m.}$  — содержание целевого компонента в исходной реакционной массе;

$C_{пр}$  — содержание целевого продукта в готовом продукте;

$\% P_i$  — доля потери целевого компонента на каждой стадии;

$n$  — число стадий процесса.

3. Зная содержание целевого продукта в исходных продуктах, учитывая данные по конверсии и селективности процесса, принимая во внимание соотношение исходных реагентов, по уравнениям химических реакций рассчитывают состав продуктов реакции и количество необходимого для этого исходного сырья.

4. Далее составляют материальный баланс от аппарата к аппарату. Приходящие в каждый аппарат потоки имеют полную характеристику, а выходящие потоки рассчитывают, исходя из заданных величин.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Цель составления материального баланса.
2. Уравнение материального баланса.
3. Исходные данные для составления материального баланса.
4. Порядок составления материального баланса.