

*Известны три вида моделей ХТС -
химическая, графическая и
математическая.*

Химическая модель, в основу которой
положены химические реакции,
протекающие в системе, передается
химической схемой.

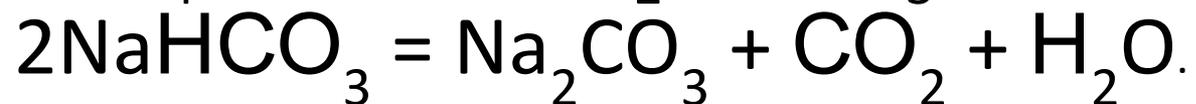
Химическая схема показывает основные и
побочные химические реакции,
протекающие при переработке сырья с
получением необходимого продукта.

Примером может служить химическая схема
производства соды:

Химическая схема производства соды



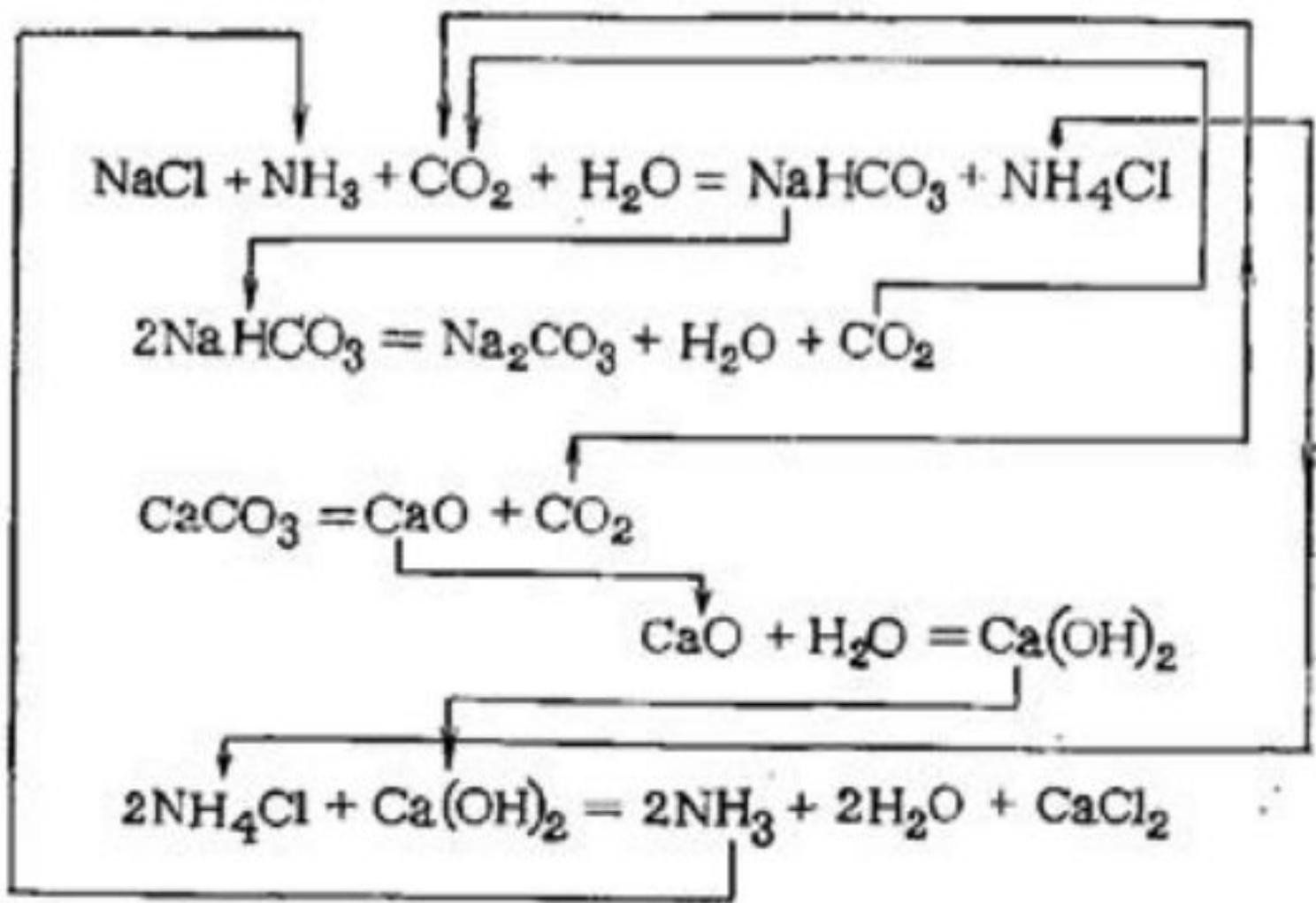
;

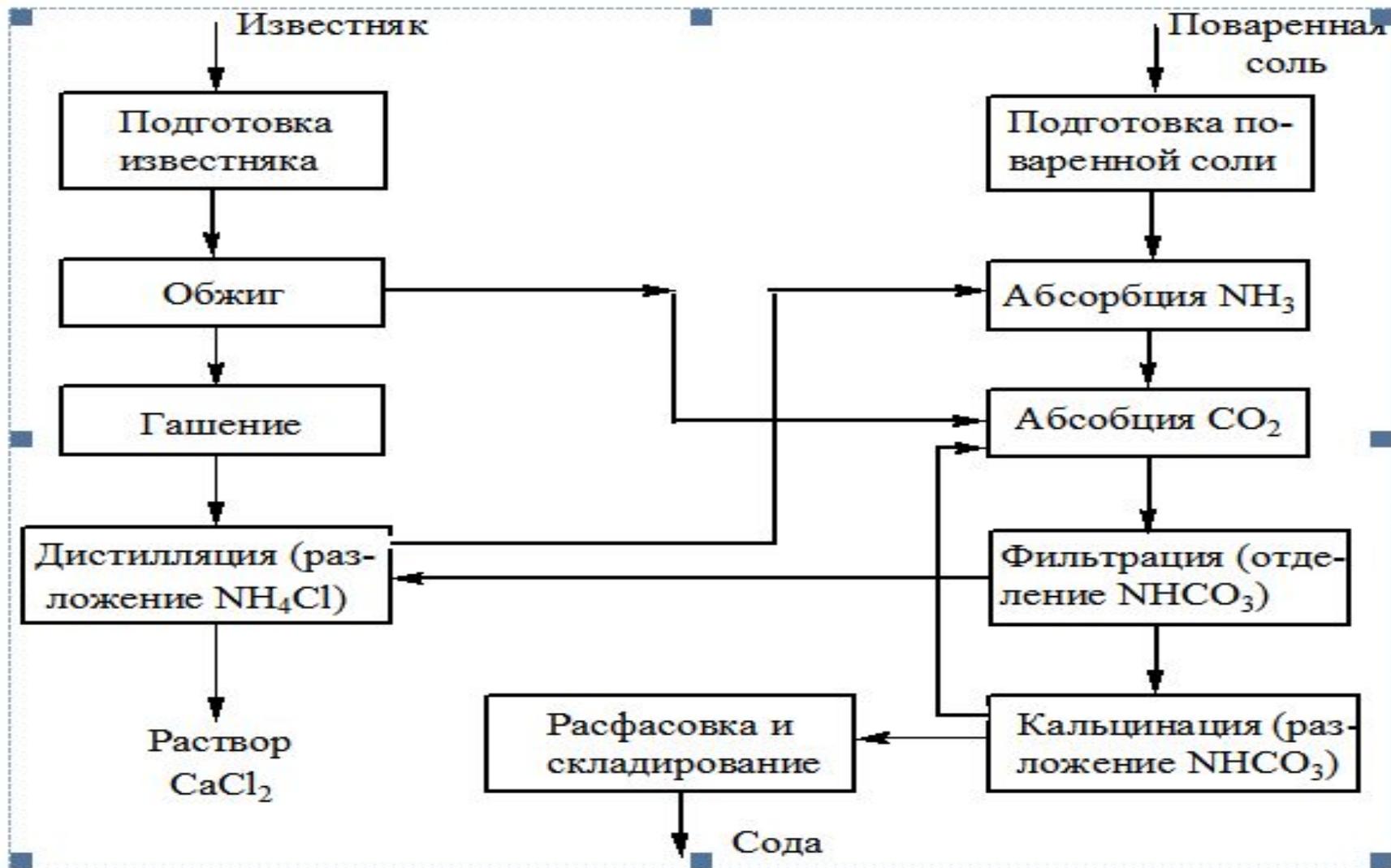


При сравнении химических схем получения продуктов учитываются **стоимость и доступность сырья, возможные побочные реакции**, снижающие выход целевого продукта, **селективность, обуславливающие образование отходов, увеличение расхода энергия** на переработку сырья, **экологические последствия**. и т.д. Рассмотрение химических схем позволяет предусмотреть аппаратное оформление процессов, выбор конструкционных материалов, возможность автоматизация и др.

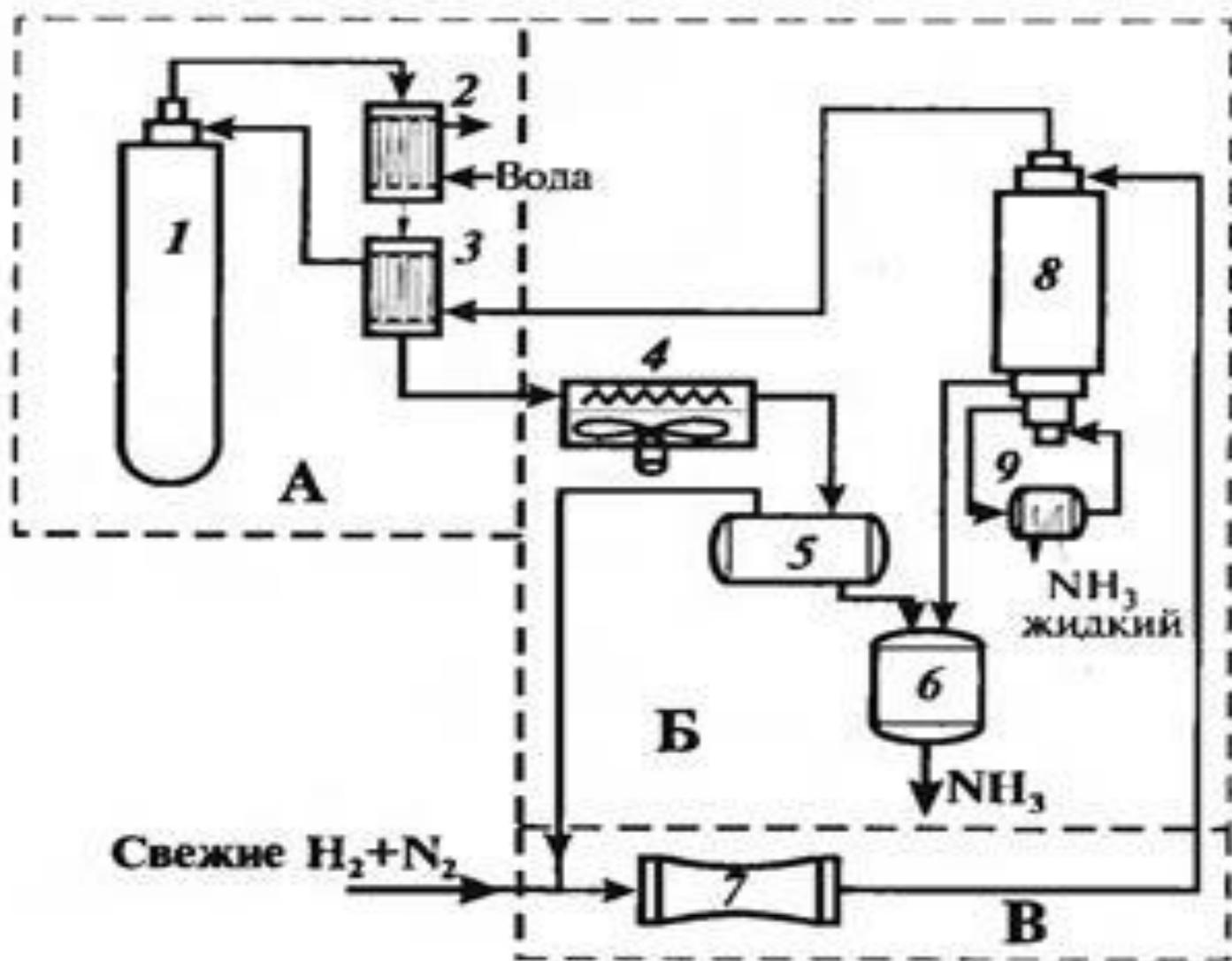
Графические модели ХТС

Функциональная схема ХТС строится на базе химической схемы. Она показывает **технологические связи** между процессами, протекающими на всех стадиях производства продукта, а именно - **подготовки сырья, химических превращений, выделения и очистки продуктов**. Так, например, функциональная схема производства соды, в соответствии с приведенной выше химической схемой, будет следующая.





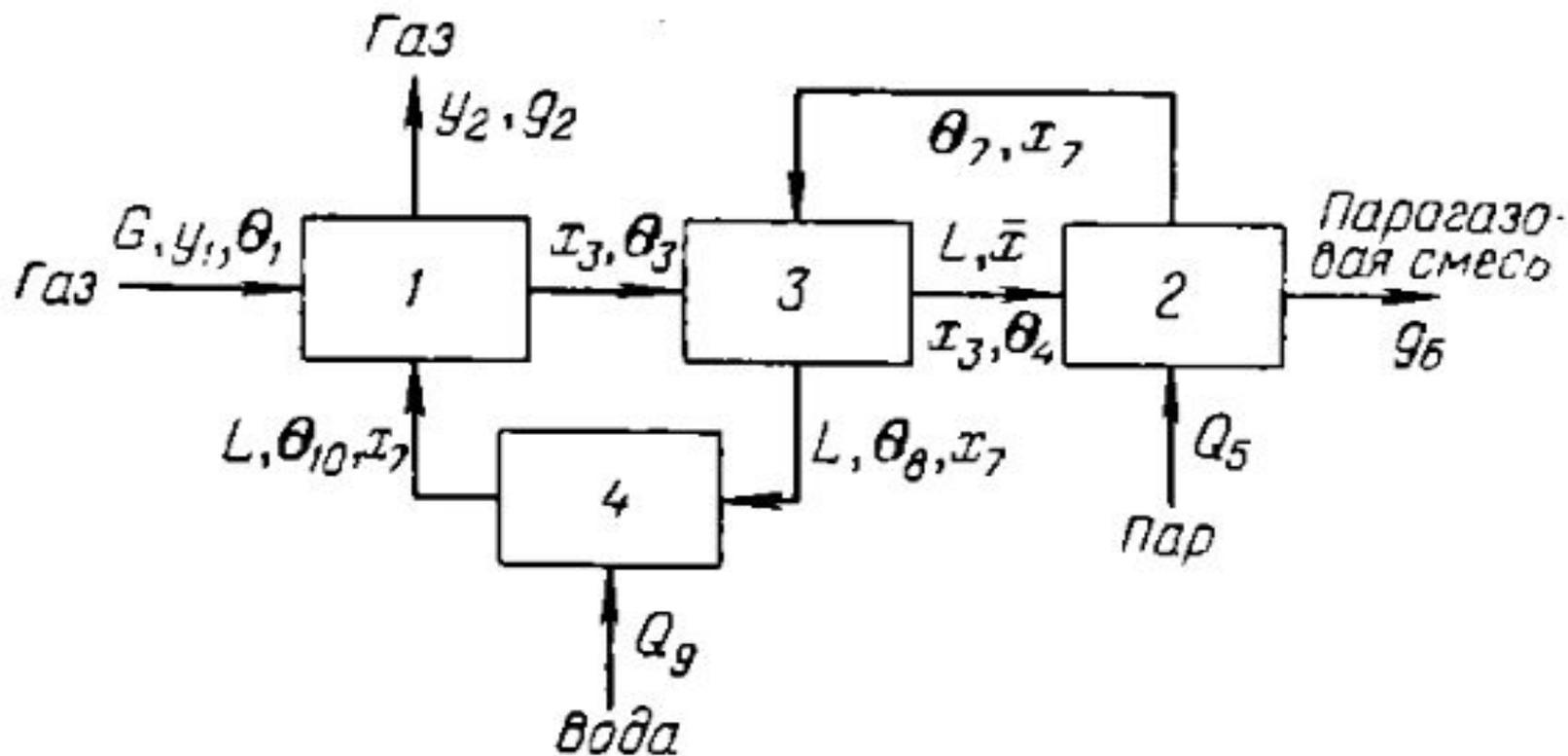
По функциональной схеме можно построить технологическую схему. Для этого в технологической схеме каждый элемент (агрегат, аппарат) имеет общепринятое изображение, соответствующее его конструктивному оформлению. На технологической схеме кратко могут быть приведены данные о веществах, участвующих в процессе и о параметрах процесса. В качестве примера на рисунке приведена технологическая схема синтеза аммиака.



Технологическая схема синтеза аммиака: 1 – колонна (реактор) синтеза NH_3 ; 2 – водяной холодильник; 3 теплообменник; 4 – воздушный холодильник; 5 – сепаратор; 6 – сборник аммиака, 7 – циркуляционный компрессор; 8 – конденсационная колонна; 9- испаритель

Структурная (блочная) схема ХТС в отличие от технологической схемы включает, элементы ХТС в виде блоков, имеющих входы и выходы. Она показывает технологические связи между блоками, указывающие направление движения материальных и энергетических потоков системы, линиями со стрелками.

Структурная схема адсорбционно-десорбционной схемы приведена ниже:



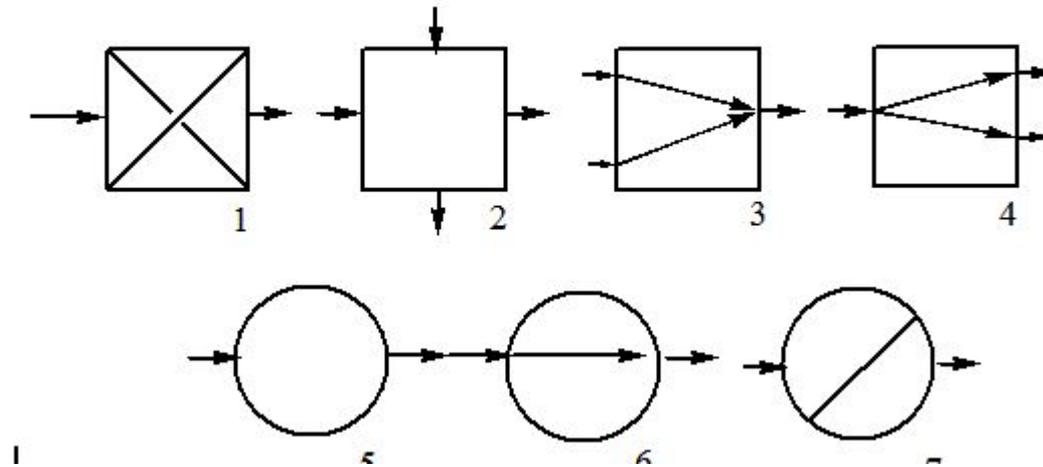
Структурная схема адсорбционно-десорбционной ХТС

На структурной схеме очень четко прослеживаются направления потоков.

Простота оформления, наглядность изображения обусловили широкое применение схем этого типа при разработке и проектировании ХТС. Если имеется набор "блоков", то представляется возможным изменение их взаимоположения, можно "проигрывать" различные варианты проектируемой ХТС и выбирать наилучшие.

каждый элемент ХТС представляет собой совокупность нескольких типов технологических операторов или отдельных типовых технологических операторов.

Технологический оператор ХТС - это элемент ХТС, в котором происходит качественное или количественное преобразование физических параметров входных материальных и энергетических потоков в физические параметры выходных материальных и энергетических потоков в результате протекающих в нем химических или физических процессов. Это может быть, например, изменение температуры, плотности, вязкости или других параметров при осуществлении в данном элементе ХТС химической реакции, процессов массообмена, разделения, смешения, нагревания и т.д.



Технологические операторы:

1-химическое превращение; 2 - массообмена; 3- смешения; 4 - разделения, 5 – нагрева или охлаждения ; 6- сжатия или расширения; 7 – изменения агрегатного состояния вещества.

Различают следующие
технологические связи:

1. Последовательная технологическая
связь.

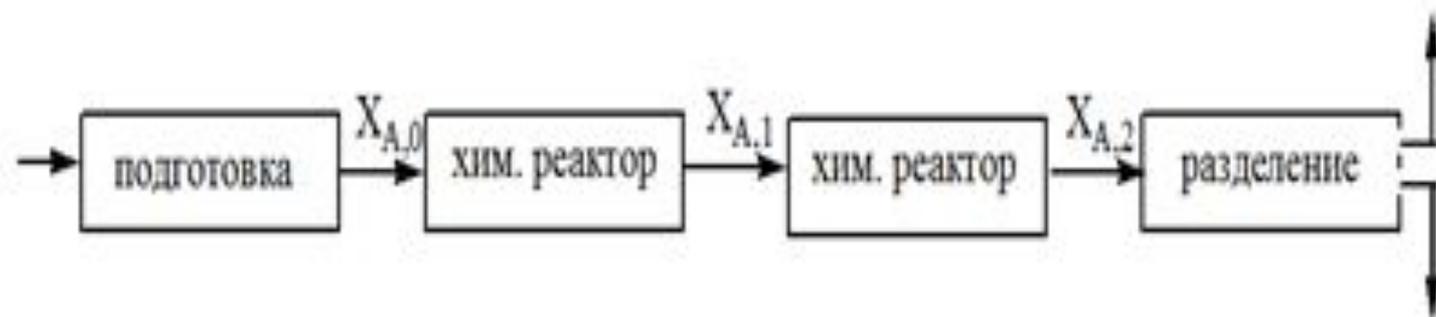
2. Последовательно-обводная
технологическая связь (байпасная).

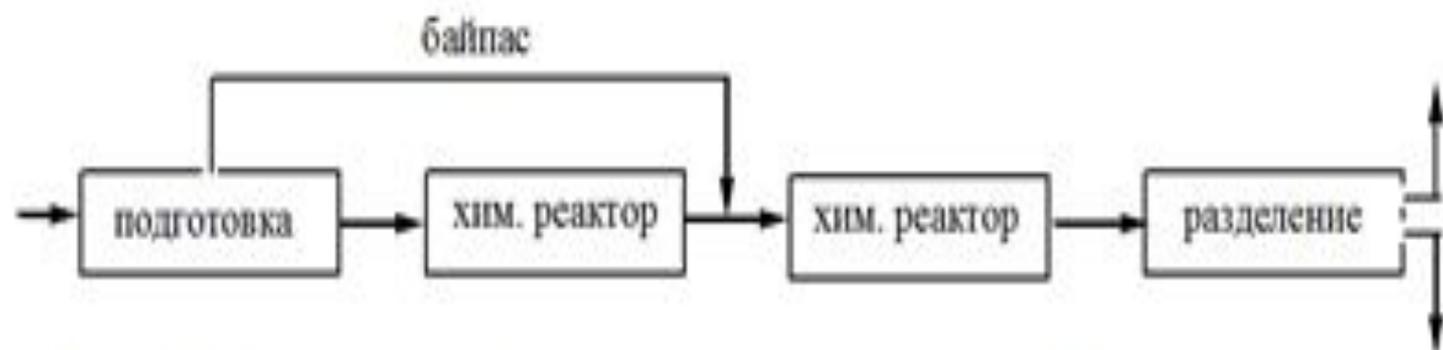
3. Параллельная технологическая
связь.

4. Обратная технологическая связь
(рециклическая).

5. Комбинированная.

Последовательная технологическая связь характерна тем, что выходящий из элемента ХТС поток целиком поступает в следующий элемент, т.е. выходящий из данного элемента поток является входящим для последующего элемента. При этом все технологические потоки прибывают в элемент только один раз и, как это показано на рис. не возвращаются в него:





Последовательно-обводная технологическая связь (байпас)

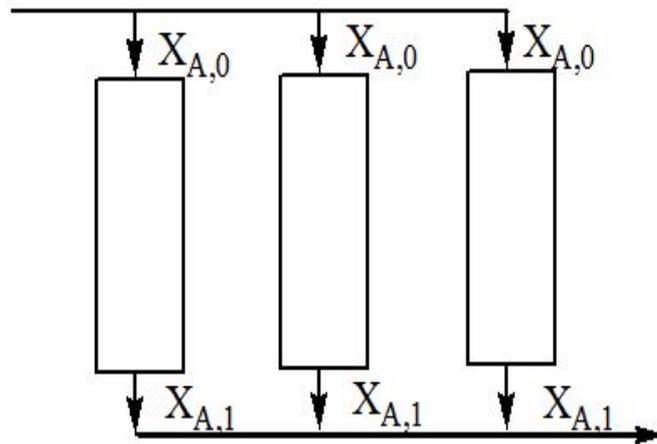
Из рисунка следует } элементы химического превращения соединены последовательно. Сырье, поступившее на переработку, разделяется на два потока. Один поток последовательно проходит через все ступени. Второй - смешивается с продуктами, выходящими из первой ступени и таким образом, полученная смесь направляется в следующую ступень.

Параллельные технологические связи

применяются в тех случаях, когда ставится задача увеличения производительности и мощности ХТС без увеличения мощности отдельных аппаратов. Использование параллельной связи для этой цели, например на стадии химического превращения, приведено на рис.

Параллельные технологические связи

применяются в тех случаях, когда ставится задача увеличения производительности и мощности ХТС без увеличения мощности отдельных аппаратов. Использование параллельной связи для этой цели, например на стадии химического превращения, приведено на рисунке.



Параллельная технологическая связь

В этом случае поток реагентов разделяется на ряд параллельных потоков каждый из которых поступает в соответствующий реактор. Потоки, выходящие из реакторов, объединяются затем в один общий поток. Если объем отдельных реакторов одинаков, то время пребывания в них реагентов и соответствующие степени превращения равны между собой.

Параллельные технологические связи реализуются так же и тогда, когда в ХТС на базе одного исходного сырья при его переработке производят несколько целевых продуктов. Например, из природного газа в результате его переработки получают **аммиак** и **диоксид углерода**.

Аммиак может быть применен для производства **нитрата аммония**.

Диоксид углерода совместно с **аммиаком** - для производства **карбамида**. В данном случае в ХТС имеется параллельная связь между производствами аммиачной селитры и карбамида и тем самым обеспечивается комплексное использование сырья.

Обратная (рециркуляционная) технологическая связь
–**заключается в том, что имеется обратный технологический поток (рецикл), который связывает выходной поток какого-либо последующего элемента ХТС со входом одного из последующих элементов**

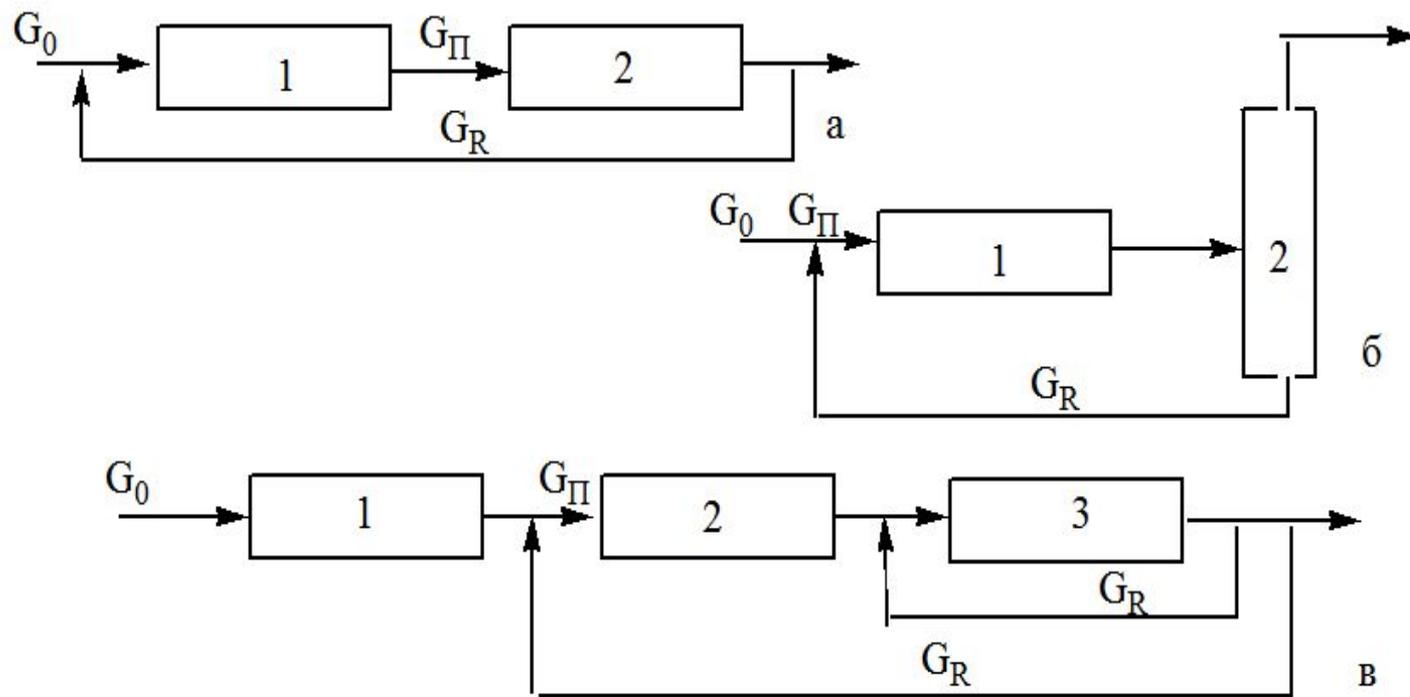


Рис. Обратная технологическая связь (рецикл):
 а- полный; б- фракционный; в- сопряженный

Рецикл называется полным (а), когда часть потока из аппарата 2 возвращается на вход одного из предыдущих аппаратов (1 на рис. а). Состав рециркулирующего потока не отличается от состава потока, из которого образуется рецикл.

Фракционный рецикл имеет состав, отличный от состава потока, из которого он образуется. На рис. б после аппарата 1 поток разделяется в аппарате 2 на два различных по составу потока, один из которых возвращается на вход предыдущего аппарата 1. Кроме классификации рецикла по составу, обратные технологические связи можно разделить на простые, сопряженные, сложные. В простом рецикле обратный поток весь подается в одно место схемы (рис.а,б). В сопряженном рецикле обратный поток подается в несколько точек ХТС (рис. в).

**Несколько рециклов образуют сложную
обратную
технологическую связь.**

Для характеристики ХТС с обратными связями используется коэффициент

рециркуляции – отношение массы поступившего в реактор сырья G_{Π} к массе свежего сырья G_0 ,

а также - отношения массы рецикла к массе всего поступившего в реактор сырья

Обратный технологический поток (рецикл), обеспечивающий многократное возвращение реагентов в один в тот же элемент системы, создает условия более полного превращения их.

1. В этом плане особенно необходима рециркуляция в том случае, когда **мала степень превращения реагентов за один проход через реактор**. Это позволяет **повысить концентрацию реагентов**, что приводит к **ускорению реакций**; в случае **обратимых реакций** - к **сдвигу равновесия в сторону образования целевых продуктов**, и в ряде случаев - **увеличению селективности**. Таким образом рецикл незаменим при наличии **термодинамических и кинетических препятствий**.

2. Рециркуляция дает возможность регулирования температуры в элементах ХТС и одновременного использования теплоты химических реакций для подогрева исходных веществ, что обеспечивает **автотермичность** процесса и снижение расхода энергии на производство того или иного продукта.

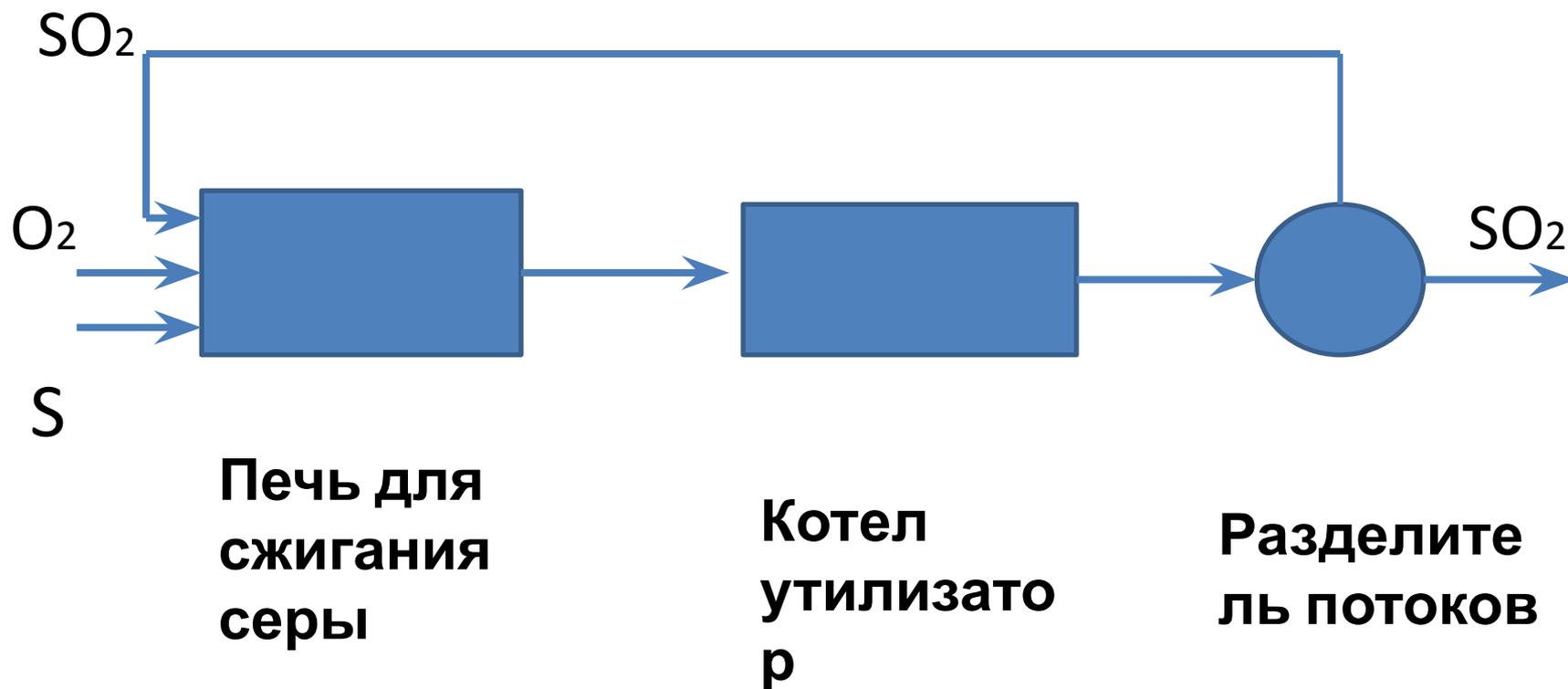
3. В ХТС с рециклом количество **вредных выбросов в атмосферу значительно ниже по сравнению с ХТС**, в которых отсутствует рециркуляция. Следовательно, использование **обратных технологических связей** обеспечивает эффективное использование сырья и энергии, а также защиту окружающей среды от вредных выбросов, что привело к значительному их распространению в ХТС.

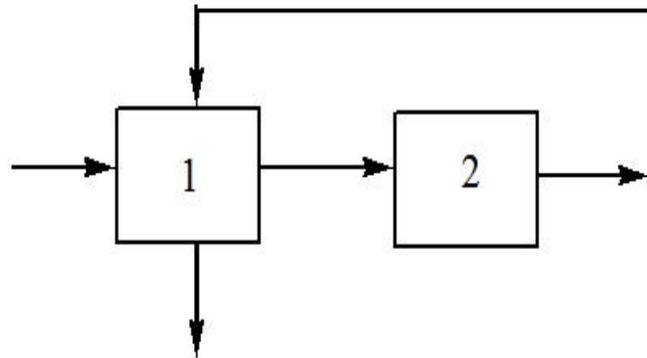
Перекрестная технологическая связь, осуществляется в ХТС главным образом с целью эффективного использования энергии, в частности, такого рода связи широко применяются для утилизации теплоты отходящих газов или продуктов реакции с целью предварительного нагрева поступающего сырья, например, при

Пример рецикла для снижения скорости реакции до

требуемого уровня-

разбавление сырья холодным продуктом реакции с целью понижения концентрации .





Перекрестная технологическая связь:



1- теплообменник; 2 - реактор.



Применение перекрестных связей в процессах, протекающих при высоких давлениях, позволяет преобразовать энергию сжатых газов или жидкостей, находящихся под давлением в энергию электрическую.

Подобная рекуперация энергии приводит к значительной экономии энергетических ресурсов и удешевлению получаемых продуктов.

Автотермический процесс (рецикл по теплоте)

Математические модели
рассмотрены в разделе
ОПТИМИЗАЦИЯ