

В сушилках с кипящим слоем целесообразно применять экстремальные схемы регулирования.

В качестве критерия оптимальности можно выбрать количество влаги  $W$ , удаляемой из твердого материала в единицу времени:

$$W = F(M_n - M_k), \text{ где}$$

$F$  – расход сухого материала;  $M_n, M_k$  – начальная и конечная влажность материала.

Количество влаги рассчитывается с помощью вычислительного устройства, выходной сигнал которого направляется на экстремальный регулятор, изменяющий расход сушильного агента. При этом необходимо предусмотреть ограничения по минимальной влажности сухого материала, а также по минимальному и максимальному расходам сушильного агента.

Границы изменения расходов сушильного агента определяют область существования псевдосжиженного слоя частиц твердого материала.

## **7. Автоматизация реакторных процессов.**

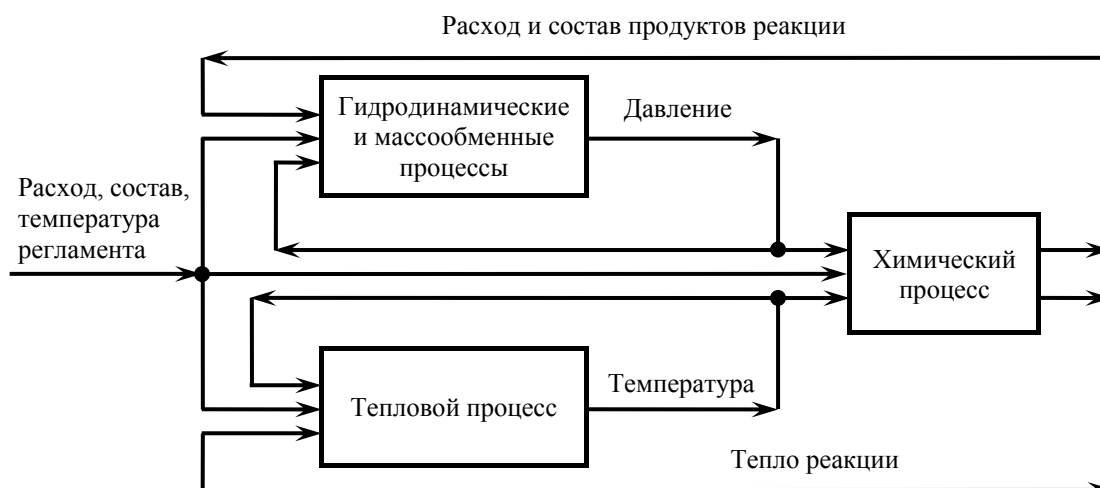
### ***Регулирование технологических реакторов.***

Химический реактор является основным аппаратом в технологической схеме получения практически любого химического продукта. Работой реактора в значительной мере определяется производительность установки в целом, качество и себестоимость получаемых продуктов.

Упрощенная структурная схема реактора представлена на рис. 7.1. Скорость химической реакции определяется уравнениями кинетики и взаимодействием гидродинамических, массообменных и тепловых процессов в аппарате, от которых зависит концентрация реагентов и условия протекания реакции. В свою очередь, химические превращения в реакторе приводят к изменению тепловых и гидродинамических процессов в нем. Этим взаимосвязям соответствуют перекрестные связи в структурной схеме реактора. Наличие таких внутренних обратных связей может приводить к возникновению неустойчивых режимов, автоколебаниям параметров процесса, изменению качества получаемого продукта и должно учитываться при построении систем автоматизации химических реакторов.

Химические реакторы отличаются разнообразием протекающих в них реакций, принципов действия и конструкций. Так, по фазовому состоянию реагентов различают гомогенные реакции, протекающие в газовой, жидкой или твердой фазах, и гетерогенные, протекающие в диффузионной или кинетической областях. Реакции могут быть некаталитическими и каталитическими, иметь разный порядок, различаться типом механизма (необратимые, обратимые, последовательные, параллельные), а также условиями проведения (изотермические, неизотермические, при постоянном давлении, адиабатические, не адиабатические и т. д.). Предполагается, что в изотермических реакторах теплообмен через стенку идеальный, и тепло, выделяе-

мое в результате химической реакции или поглощаемое в ходе реакции, мгновенно отводится от реагирующей смеси, так что температура в реакторе не изменяется. При полном отсутствии теплообмена через стенку реактора в нем протекает адиабатический процесс.



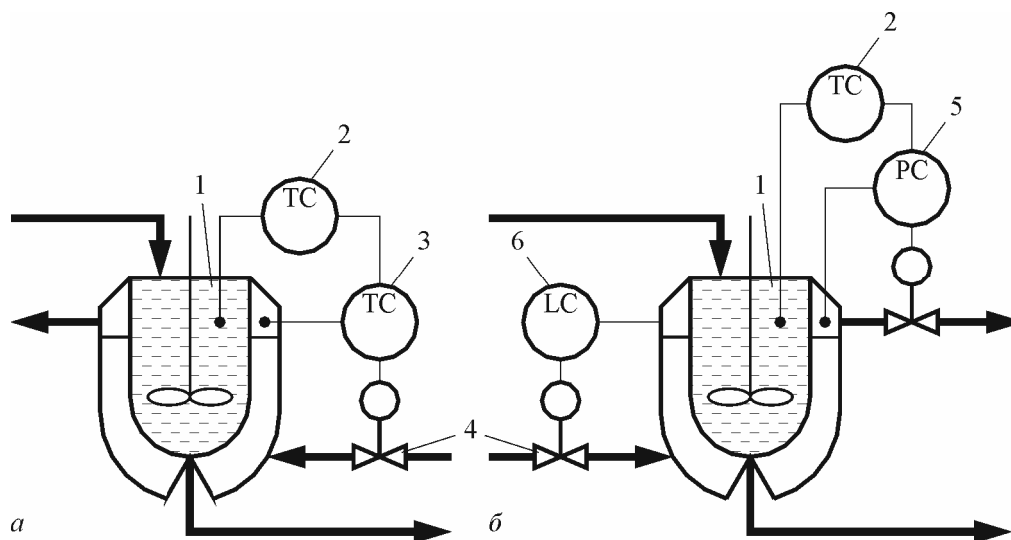
**Рис. 7.1.** Структурная схема химического реактора.

Весьма важным является разделение реакторов по режиму их работы на периодические и непрерывные. Если в ходе реакции в аппарат не подаются реагенты и из него не выводятся продукты реакции, процесс в нем называют периодическим. Реакторы непрерывного действия - это аппараты, в которых осуществляются непрерывная подача реагентов, и непрерывный отвод реакционной смеси.

Задачи управления непрерывными и периодическими реакторами существенно различны. Для первых характерны задачи стабилизации параметров на заданных значениях и стационарном режиме, для вторых – проведение процесса по заданной программе (например, изменение температуры в реакторе по определенному закону). Собственно стационарный процесс в таком реакторе невозможен.

В зависимости от гидродинамики процесса различают два крайних режима работы реакторов: идеальное (полное) смешение и идеальное вытеснение (поршневой режим). В первом случае считается, что поступающая реагирующая смесь мгновенно перемешивается со всем содержимым реактора. При этом концентрации реагентов и температуры во всех точках аппарата в любой момент времени одинаковы и равны концентрациям и температуре в выходном потоке. Диффузионный поток вещества и передача тепла внутри реактора практически отсутствуют, а режим идеального смешения достигается в результате интенсивного перемешивания мешалками. Реакторы с мешалкой широко распространены в химической промышленности.

В случае идеального вытеснения предполагается поршневое течение реагирующей смеси в аппарате, когда полностью отсутствует перемешивание вдоль потока и каждый элементарный слой в реакторе независим от соседних. В то же время градиенты концентраций и температуры в направлении, перпендикулярном движению потока, отсутствуют. Такой режим обычно предполагается в трубчатых реакторах.



**Рис. 7.2.** Каскадные (двухконтурные) системы регулирования температуры в реакторе:

*a* – по температуре в рубашке; *б* – по давлению кипящего слоя в реакторе; 1 – реактор; 2 – регулятор температуры в реакторе; 3 – регулятор температуры в рубашке; 4 – регулирующий орган; 5 – регулятор давления паров хладагента; 6 – регулятор уровня хладагента

Химические реакции разделяются на экзотермические (с выделением тепла) и эндотермические (с поглощением тепла). Более сложными для управления являются экзотермические процессы, когда сравнительно небольшое изменение температуры в реакторе может привести к значительным изменениям степени конверсии. В некоторых случаях это может вызвать даже неустойчивость процесса, если изменение количества выделяемого при реакции тепла не может быть скомпенсировано соответствующим изменением скорости отвода тепла. Неустойчивость процесса может приводить к взрывам и аварийной остановке реактора.

Некоторые промышленные процессы целесообразно осуществлять в режимах, близких к неустойчивым, так как они могут соответствовать более высокой производительности процесса. Реализация работы реактора в неустойчивой области может быть обеспечена с помощью автоматической системы регулирования. В тех случаях, когда такая система не справляется с быстрым изменением температуры, должна срабатывать специальная система автоматической защиты, останавливающая развитие процесса отключением подачи сырья или сбросом реагирующей смеси из реактора.