

Ткаченко В.Н., Чернышев Н.Н. (Украина, г. Донецк)
**СИСТЕМНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
 ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

Общая постановка проблемы. Количественные, качественные и технико-экономические показатели производства серной кислоты зависят от точности соблюдения технологического режима. Нарушения его приводят к снижению производительности и ухудшению качества продукции. В химической, в частности, в сернокислотной, промышленности автоматизация контроля и управления процессами особенно важна, так как в ходе химических процессов возможно выделение в атмосферу вредных продуктов (газы, пары, пыль и др.) [1].

Экономика внедрения автоматизации в производство серной кислоты определяется главным образом улучшением условий труда, уменьшением расхода сырья, электроэнергии, воды и других показателей, повышением интенсивности процесса, поскольку автоматизированный процесс можно вести при наиболее высоких (оптимальных) показателях. Поддерживать такие показатели при ручном регулировании практически невозможно, так как даже незначительные отклонения от оптимального режима могут приводить к нарушению автотермичности процесса или большим производственным потерям.

Постановка задачи. Рассмотрим технологическую цепочку производства серной кислоты из сероводорода представленную на рис.1 [2]. Производство серной кислоты является непрерывным, поэтому все основные аппараты технологической схемы соединены последовательно. При перебоях в работе одного аппарата нарушается режим работы последующих аппаратов.

Основными звеньями рассматриваемой технологической цепочки являются: 1) печь; 2) котел-утилизатор; 3) контактный аппарат; 4) охладитель газа; 5) конденсатор; 6) охладитель кислоты. Назначение каждого звена подробно описано в работах [1,3].

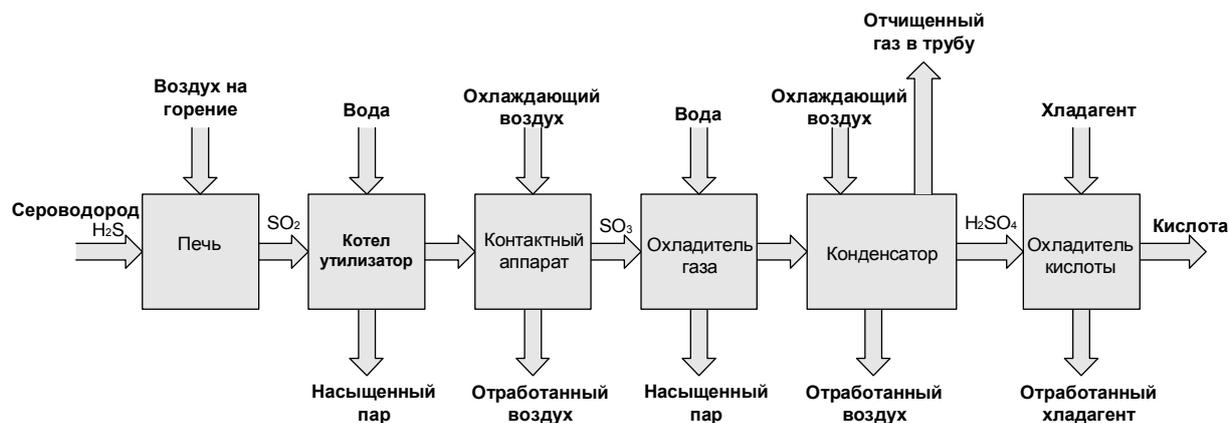


Рис. 1 – Функциональная схема технологической цепочки получения серной кислоты

Для осуществления синтеза системы автоматического управления процессом производства серной кислоты необходимо произвести анализ каждого звена как объекта управления с выделением всех факторов оказывающих влияние на динамику процесса, т.е. определить входные, выходные и возмущающие переменные. Число контролируемых параметров схемы автоматизации должно быть минимально необходимым, обеспечивающим нормальное течение технологического процесса. Излишнее число объектов контроля и регулирования связано с увеличением экономических затрат.

В общем случае методология разделения сложной системы базируется на ее графическом представлении, определение подсистемы, позволяющее впоследствии сформулировать подзадачу, может быть осуществлено в определенных случаях на основе только физических соображений [4,5].

Исследуемая система должна быть разделена на отдельные подсистемы, каждая из которых соответствует схеме, показанной на рис. 2.

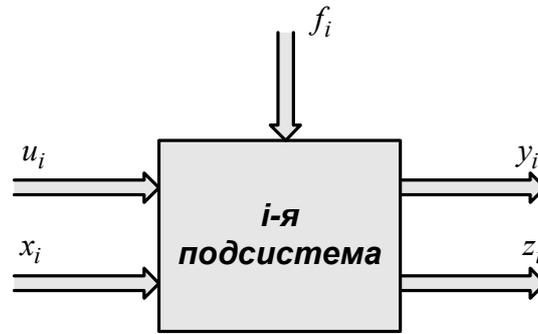


Рис. 2 – Схема i -й подсистемы

Векторы f_i, x_i, u_i, y_i, z_i характеризуются $m_{f_i}, m_{x_i}, m_{u_i}, m_{y_i}, m_{z_i}$ компонентами, соответственно, где f_i – вектор входных сигналов, определяемый как общими воздействиями на систему, так и сигналами, поступающими на i -ю подсистему (сюда входят возмущения или другие фиксированные воздействия, влиять на которые не представляется возможным); x_i – вектор промежуточных входных сигналов, определяемых другими подсистемами; u_i – вектор управления для i -й подсистемы; y_i – вектор выходных сигналов i -й подсистемы, входящих в общий вектор входных сигналов всей системы; z_i – вектор выходных сигналов i -й подсистемы, которые поступают на входы других подсистем.

При заданном общем векторе f_i входных сигналов поведение i -й подсистемы полностью определяется векторными уравнениями вида [4]:

$$z_i = T_i(u_i, x_i), \quad y_i = S_i(u_i, x_i). \quad (1)$$

Величины m_{z_i} и m_{y_i} определяют размерность векторных функций T_i и S_i , соответственно. Взаимодействие между подсистемами определяется соотношением

$$x_i = \sum_{j=1}^N C_{ij} z_j, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (2)$$

В данном случае предполагается, что система состоит из N подсистем. Матрица C_{ij} размерности $(m_{z_i} \times m_{x_i})$ определяет линейные взаимосвязи между подсистемами.

Таким образом, на основе анализа процесса производства серной кислоты методом мокрого катализа для каждого звена технологической цепочки выделены переменные, оказывающие влияние на ход течения процесса и определены взаимосвязи между всеми аппаратами технологической схемы.

Литература:

1. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1983. – 360 с.
2. Kristiansen A. The Topsøe Wet gas Sulphuric Acid (WSA) Technology for fixation of SO₂ in Off-gases in the Metallurgical Industry // “Process system 05”. – South Africa. – 2005.
3. Ткаченко В.Н., Бессараб В.И., Чернышев Н.Н. Анализ процесса получения серной кислоты из сероводорода в системе комплексной автоматизации углехимических производств // “Практика и перспективы развития партнерства в высшей школе”: Материалы восьмого научно-практического семинара. В 3-х томах. Том 3.- Донецк: ДонНТУ, 2007. - №7. - С. 329-334.
4. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление. Сокр. пер. с англ. Запорожца А.В. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
5. Рей У. Методы управления технологическими процессами: Пер. с англ.– М.: Мир, 1983. – 368 с.

Авторы:

Ткаченко Валерий Николаевич – д.т.н., проф., заведующий отделом теории систем управления, ИПММ НАН Украины

Чернышев Николай Николаевич – ассистент, ДонНТУ