

4. C. Chibelushi, F. Deravi, and J. Mason, "A review of speechbased bimodal recognition," //Multimedia, IEEE Transactions on v.4, 23 –37, 2002.
5. J.H.L. Hansen, C. Swail, A.J. South, R.K. Moore, H. Steeneken, E.J. Cupples, T. Anderson, C.R.A. Vloeberghs, I. Trancoso, P. Verlinde, "The Impact of Speech Under 'Stress' on Military Speech Technology," published by NATO Research & Technology Organization RTO-TR-10, AC/323(IST)TP/5 IST/TG-01, March 2000 (ISBN: 92-837-1027-4)
6. Roman Martsyshyn, Yuriy Rashkevych. Information Technologies of Speaker Recognition // Materials of the VIth International Conferense MEMSTECH 2010. - Lviv: Publishing House Vazha&Co, 2010 – p. 163-167.
7. Martsyshyn R. Technology of the Speaker Verification under Stress / R. Martsyshyn, Yu. Rashkevych // Proc. of the XIth International Conferense CADSM-2011, (Lviv-Polyana, 23-25 February, 2011). – Lviv-Polyana, 2011. – P. 438-439.

*Поступила 24.09.2012г.*

УДК 681.5:661.2

Н.Н. Чернышев, г.Донецк

## **НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ РАСХОДОВ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

**Abstract.** In the article describe how to configure the PI flow regulators in the automatic control of production of sulfuric acid. By mathematical modeling with the nonlinear and parametric relationships decompose the domain of admissible parameters of the PI controller.

### **Введение**

Развитие новых методов управления технологическими процессами, использование современных технологий и техники автоматизации, позволяют достигнуть повышения эффективности технологического процесса получения сернистого ангидрида в технологической схеме производства серной кислоты [1,2]. Практика использования существующей системы управления показала свою неэффективность и несовершенство при ужесточении экологических, качественных требований к выпускаемой продукции. Параметры регуляторов настроены приблизительно и дают часто неудовлетворительное качество переходных процессов в динамических режимах работы. Устранить указанные недостатки возможно в результате автоматизированного поиска и настройки коэффициентов регуляторов, обеспечивающих желаемое качество переходных процессов, с учетом нелинейностей, неопределенности модели и ограничений.

## Цель

Повышение качества системы управления производством серной кислоты из коксового газа путем проведения настройки параметров регуляторов расхода в системе автоматического управления процессом получения сернистого ангидрида, что позволит улучшить динамические характеристики по основным каналам регулирования.

## Постановка задачи

Задача проектирования системы управления технологическим процессом получения сернистого ангидрида заключается в нахождении структуры и параметров регуляторов расхода веществ.

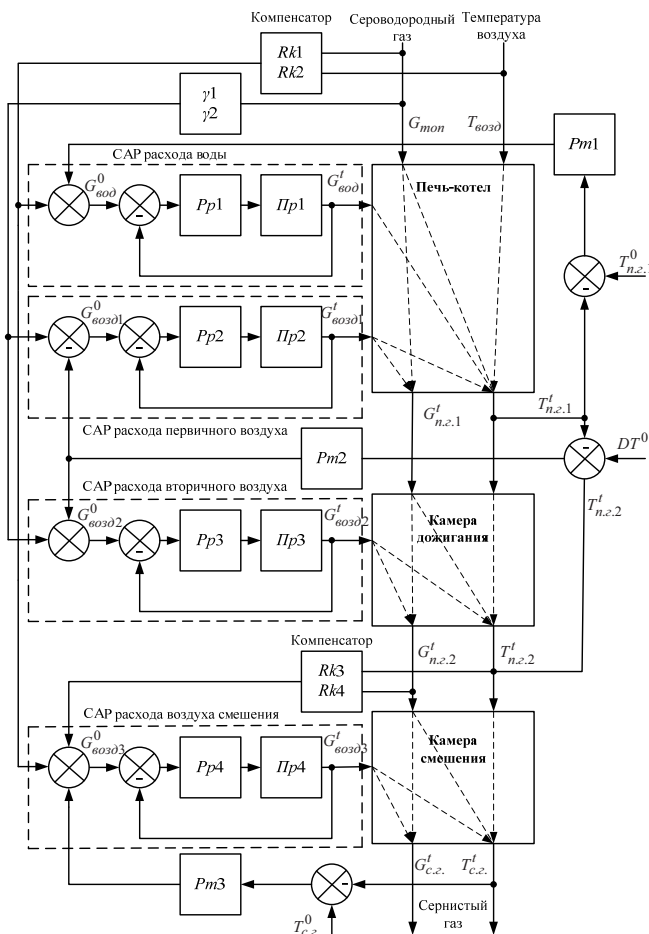


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического управления технологическим процессом получения сернистого ангидрида

## Система управления процессом получения сернистого ангидрида

Структурная схема системы управления технологическим процессом получения сернистого ангидрида представлена на рис. 1. В схеме используются:  $Pm1$  регулятор температуры  $T_{n.e.1}$  первичных продуктов горения;  $Pm2$  регулятор разницы температур  $DT$  газа после и до камеры дожигания;  $Pm3$  регулятор температуры  $T_{c.e.}$  сернистого ангидрида;  $Pp1$  регулятор расхода охлаждающей воды  $G_{вод}$ ;  $Pp2$  регулятор расхода воздуха подаваемого на сжигание в печь  $G_{возд1}$ ;  $Pp3$  регулятор расхода воздуха подаваемого в камеру дожигания  $G_{возд2}$ ;  $Pp4$  регулятор расхода воздуха подаваемого в камеру смешения  $G_{возд3}$ .

Сигналы от компенсаторов корректируют величины задающих воздействий для систем управления расходом воды и воздуха:  $Rk1$  компенсирует влияние отклонения расхода сероводородного газа на температуру газа  $T_{n.e.1}$ ;  $Rk2$  компенсирует влияние отклонения температуры воздуха окружающей среды на температуру газа  $T_{c.e.}$ ;  $Rk3$  компенсирует влияние отклонения температуры газа  $T_{n.e.2}$  на температуру сернистого газа  $T_{c.e.}$ ;  $Rk4$  компенсирует влияние отклонения расхода газа  $G_{n.e.2}$  на температуру сернистого газа  $T_{c.e.}$ .

В статье рассматривается процесс настройки параметров регуляторов расхода веществ  $Pp1$ -  $Pp4$ .

### Алгоритм начальной настройки параметров ПИ регулятора

В качестве локальных регуляторов расхода веществ предлагается использовать ПИ - регулятор, обладающий следующими преимуществами: простая настройка коэффициентов регулятора; малая чувствительность к шумам в канале измерений в отличие от ПИД - регулятора; отсутствие статической ошибки по задающему воздействию; робастность при изменении параметров объекта управления; увеличение ресурса работы исполнительного механизма.

Существует большое количество методов начальной настройки коэффициентов регулятора, наиболее распространены методы Циглера-Никольса, CHR и пр. [3,4,5]. В соответствии с этими методами необходимо вычислять параметры регулятора по переходной характеристике объекта, для чего требуются дополнительные построения. В работе предлагается использовать модификацию метода начальной настройки параметров регулятора, который представлен в работе [4]. В соответствии, с которым алгоритм определения параметров ПИ-регулятора состоит в следующем:

1. Определяется реакция разомкнутой системы  $y(t)$  на тестовое воздействие в виде функции Хэвисайда.

2. Значения параметров  $k_p$  и  $k_i$  вычисляются по формулам

$$k_p = \frac{L_1}{y_{ycm}}, \quad T_i = L_2 \frac{|y_{ycm}|}{\max|\dot{y}(t)|} \quad \text{и} \quad k_i = k_p \frac{1}{T_i}, \quad (1)$$

где  $L_1$  и  $L_2$  – настроечные коэффициенты, позволяющие получать начальные значения параметров регулятора, соответствующие переходным процессам разного качества;  $y_{уст}$  – установившееся значение переходного процесса.

3. Определяется реакция замкнутой системы с регулятором. Если получен переходной процесс неудовлетворительного качества, проводится изменение коэффициентов  $L_1$ ,  $L_2$  и пересчитываются параметры регулятора.

Изменение коэффициента  $L_1$  в большую сторону позволяет получать параметры регулятора, которым отвечают переходные процессы с большим быстродействием, но при этом снижается запас устойчивости. Коэффициент  $L_2$  позволяет провести настройку интегральной составляющей, с уменьшением которой ошибка регулирования с течением времени уменьшается быстрее.

### **Синтез систем автоматического регулирования расхода веществ**

Системы регулирования расхода имеют два основных отличия от систем регулирования большинства технологических параметров. Характеристики системы регулирования расхода определяются главным образом инерционностью измерительных устройств, регулятора, импульсных линий. Однако динамические свойства современных измерительных средств и линий связи характеризуются малыми постоянными времени по сравнению с постоянными объекта управления, поэтому будем считать, что канал измерения не вносит задержки и является безинерционным. Основная инерция вносится регулирующим механизмом и управляющим органом (клапан, вентиль и т.п.).

Другой характерной особенностью систем регулирования расхода является присутствие высокого уровня шума в сигнале по расходу. Обычно высокочастотные колебания расхода вызваны нарушениями в работе насосов или воздуходувок, случайными изменениями в потоках проходящих через клапан или диафрагму и т.д.

Необходимо также учитывать нелинейность характеристик регулирующего клапана, которая заключается в ограничениях на крайние положения штока клапана. Контур регулирования расходом воды и воздуха является внутренним контуром по отношению к контуру регулирования температур газов, поэтому основной задачей системы регулирования расхода является обеспечение быстрой реакции на изменение задания и точная стабилизация расхода.

Настройку параметров закона управления проведем с использованием модели полученной в [6] с учетом ограничений на управление (процент открытия)

$$0 \leq u_j(t) \leq 100\%, \quad \text{где } j = \overline{1,4}, \quad (2)$$

регулируемые переменные, определяемые технологическими особенностями объекта (минимальный и максимальный расход веществ через установленные регулирующие органы)

$$\begin{cases} G_{\text{вод}}^{\min} \leq G_{\text{вод}}^t \leq G_{\text{вод}}^{\max}; \\ G_{\text{возд1}}^{\min} \leq G_{\text{возд1}}^t \leq G_{\text{возд1}}^{\max}; \\ G_{\text{возд2}}^{\min} \leq G_{\text{возд2}}^t \leq G_{\text{возд2}}^{\max}; \\ G_{\text{возд3}}^{\min} \leq G_{\text{возд3}}^t \leq G_{\text{возд3}}^{\max}. \end{cases} \quad (3)$$

Ограничения на значения коэффициентов регулятора

$$k_{pj}^{\min} \leq k_{pj} \leq k_{pj}^{\max}, k_{ij}^{\min} < k_{ij} \leq k_{ij}^{\max}, \text{ где } j = \overline{1,4}, \quad (4)$$

где  $k_p^{\min(\max)}$  и  $k_i^{\min(\max)}$  – предельные значения пропорционального и интегрального коэффициентов закона управления.

Допустимые показатели качества переходных процессов в системе регулирования расходом в соответствии с требованиями технологического регламента следующие:

- время переходного процесса  $t_{n.n.}$  не больше 10 с;
- величина перерегулирования  $\sigma$  не больше 10%;
- величина ошибки  $e$  не больше 5 %.

Задачу поиска значений параметров регуляторов решим численным методом с фиксированным шагом по коэффициентам регулятора, предусматривающий прямое вычисление переходных процессов и их показателей качества. Для этого предложен следующий алгоритм:

1. Задаемся граничными значениями коэффициентов регулятора  $k_p^{\min(\max)}$  и  $k_i^{\min(\max)}$ , а так же шагом их изменения  $dk_p$  и  $dk_i$ . На первом шаге принимаем  $k_p^1 = k_p^{\min}$  и  $k_i^1 = k_i^{\min}$ .

2. Находим передаточную функцию замкнутой системы как функцию настроечных параметров ПИ-регулятора.

3. Вычисляем реакцию замкнутой системы на задающее воздействие, если она не удовлетворяет условию (3), тогда переходим к шагу 7.

4. Вычисляем величину управляющего воздействия  $u(t)$  формируемого регулятором. Если она не удовлетворяет условию (2), тогда переходим к шагу 7.

5. Вычисляем показатели качества переходных процессов. Если они не удовлетворяют требуемым, тогда переходим к шагу 7.

6. Запоминаем параметры  $k_p^i, k_i^j$  как допустимые.

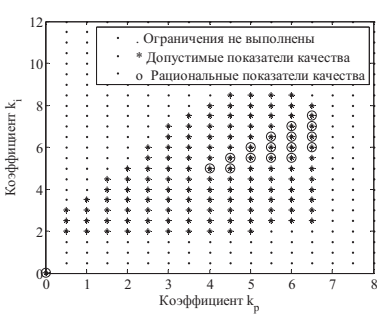
7. Изменяем настройки регулятора

$$k_p^{i+1} = k_p^i + dk_p \text{ и } k_i^{j+1} = k_i^j + dk_i,$$

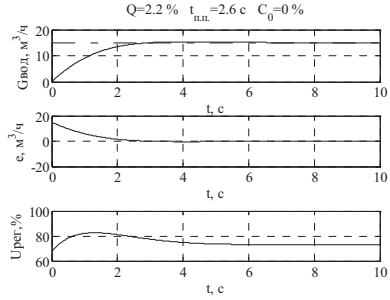
и проверяем выполнение условия достижения граничных значений  $k_p^{\max}, k_i^{\max}$ . При достижении граничных значений вычислительный процесс завершается, в противном случае повторяем вычислительный алгоритм с шага 2.

Начальные значения параметров регулятора могут быть получены в соответствии с предложенной методикой. Граничные значения коэффициентов регулятора, в первом приближении, могут быть выбраны в широком диапазоне, однако далее область поиска может быть сужена.

Методика выбора шага  $dk_p$  и  $dk_i$  изменения параметров регулятора заключается в оценке его влияния на величину показателей качества.

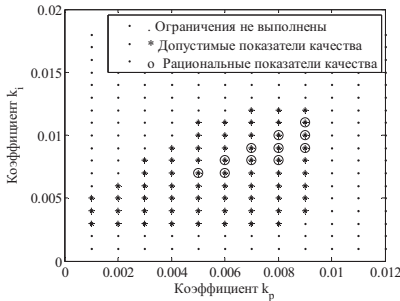


а) область допустимых значений параметров регулятора

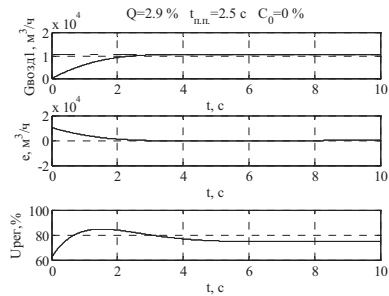


б) переходные процессы в системе

Рис. 2. Настройка регулятора расхода воды

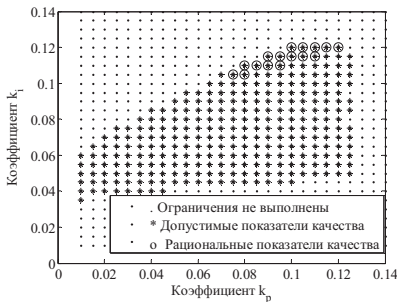


а) область допустимых значений параметров регулятора

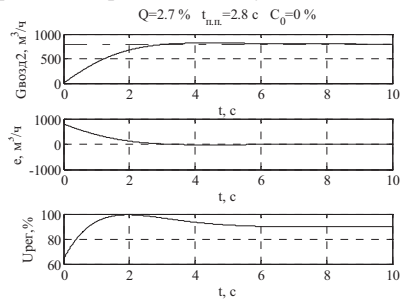


б) переходные процессы в системе

Рис. 3. Настройка регулятора расхода первичного воздуха

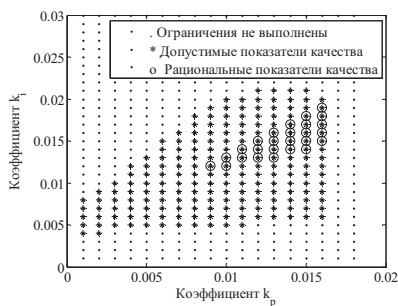


а) область допустимых значений параметров регулятора

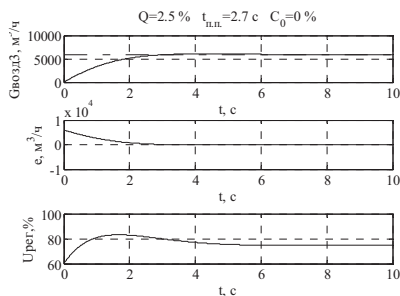


б) переходные процессы в системе

Рис. 4. Настройка регулятора расхода вторичного воздуха



а) область допустимых значений параметров регулятора



б) переходные процессы в системе

Рис. 5. Настройка регулятора расхода воздуха в камеру смешения

В результате моделирования найдена область «рациональных» значений параметров регуляторов (рис. 2-5), при которых переходные процессы в замкнутой системе управления обладают лучшими показателями качества, по сравнению с допустимыми:

- время переходного процесса  $t_{n.n.}$  не больше 3 с;
- величина перерегулирования  $\sigma$  не больше 3%;
- величина ошибки  $\epsilon$  не больше 1 %.

### Выводы

1. Проанализировав полученные графики по регулируемой координате, величине ошибки и управляющему воздействию можно сделать вывод, что показатели качества удовлетворяют заданным технологическим регламентом.

2. Методом математического моделирования с учетом нелинейности и параметрических связей процесса получения сернистого ангидрида выполнена декомпозиция области допустимых параметров ПИ-регуляторов расхода, в результате установлено, что существует подмножество рациональных значений параметров регуляторов, при которых обеспечивается повышение качества управления.

3. При проведении исследования установлено, что область допустимых значений параметров регулятора, при которых выполняются условия (2)-(3), значительно сужается. Поэтому при последующих вычислениях нет необходимости задания широкого диапазона изменения коэффициентов, что позволит сократить время, затраченное на решение поставленной задачи.

4. Разработан алгоритм, программа начальной настройки и поиска значений параметров регуляторов расхода с учетом ограничений, требуемого качества переходных процессов в замкнутой системе.

1. *Амелин А.Г.* Технология серной кислоты: [учебное пособие] / А.Г. Амелин. – М.: Химия, 1983. – 360 с.

2. *Ткаченко В.Н.* Анализ процесса получения серной кислоты из сероводорода в системе комплексной автоматизации углехимических производств / В.Н. Ткаченко, В.И. Бессараб, Н.Н. Чернышев // “Практика и перспективы развития партнерства в высшей школе”: Материалы восьмого научно–практического семинара г. Донецк, 17-20 апреля 2007 г. В 3-х томах. Том 3.– Донецк: ДонНТУ, 2007. – №7. – С. 329-334.
3. *Ротач В.Я.* Теория автоматического управления: [учебник для вузов] / В.Я. Ротач. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 396 с.
4. *Денисенко В.В.* ПИД – регуляторы: вопросы реализации. Часть 2 / В.В. Денисенко // СТА. – 2008. – №1. – С. 86-99.
5. *Ковриго Ю.М.* Метод построения самонастраивающихся регуляторов для промышленного применения / Ю.М. Ковриго, А.П. Мовчан, И.А. Полищук // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. Методы построения адаптивных систем управления. – 2005. - №1(15). – С. 152-157.
6. *Штейнберг Ш.Е.* Адаптация стандартных регуляторов к условиям эксплуатации в промышленных системах регулирования / Ш.Е. Штейнберг, И.Е. Залуцкий // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2003. – №4. – С. 11-14.
7. *Чернышев Н.Н.* Модель процесса получения сернистого ангидрида в пространстве состояний / Н.Н. Чернышев // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 20 (182). – Донецьк: ДонНТУ. – 2011, С. 82-87.

*Поступила 27.08.2012р.*

УДК 660:614.8

Л.С.Сікора, д.т.н., проф. кафедри АСУ НУ “Львівська політехніка”  
 Р.Л.Ткачук, к.т.н. доцент кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУ  
 БЖД  
 Т.Є.Рак, к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи ЛДУ БЖД  
 О.М.Назаренко, к.т.н., УАД

## **КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**Анотація.** Розглянуто логіку прийняття рішень на основі одноканальності свідомості в процесах мислення. Описано процедури формування об’єктно-орієнтованих когнітивних моделей в екстремальних і нормальних динамічних ситуаціях.

**Аннотация.** Рассмотрено логику принятия решений на основе одноканальности сознания в процессах мышления. Описано процедуры формирования объектно-ориентированных когнитивных моделей в экстремальных и нормальных динамических ситуациях.

**Annotation.** The logics of taking decisions on the basis of single channel consciousness in the thinking processes is analyzed. The procedures of forming object oriented cognitive models in emergency and normal dynamic situations are described.