

6. *Haime Y.Y.* On the Complex Quantification of Risk: Systems-Based Perspective on Terrorism // *Risk Analysis*. – 2011. – V. 31, №8. – P. 1175-1186.
7. *Hausken K.* Probabilistic risk analysis and game theory // *Risk Analysis*. – 2002. – V.22, №1. – P. 17-27.
8. *Kaplan S., Garrick B.J.*, On the quantitative definition of risk // *Risk Analysis*. – 1981. – V. 1, №1. – P. 11-27.
9. *Major J.*, Advanced techniques for modeling terrorism risk // *Journal of Risk Finance*. – 2002. – V.4, №1. – P.15-24.
10. *Matthew Bunn.* Guardians at the Gates of Hell: Estimating the Risk of Nuclear Theft and Terrorism - and Identifying the Highest-Priority Risks of Nuclear Theft. PhD dissertation, (Massachusetts Institute of Technology, 2007). – 466 p.
11. *Sissel H. Jore, Ove Njå.* Risk of Terrorism: A Scientifically Valid Phenomenon or a Wild Guess? The Impact of Different Approaches to Risk Assessment // *Critical Approaches to Discourse Analysis across Disciplines*. – 2010. – V. 4, № 2. – P. 197-216.
12. *Willis H., Morral A., Kelly T., Medby J.*, Estimating terrorism risk // *RAND Center for Terrorism Risk Management Policy*. – 2005. – 94 p.

Поступила 3.9.2012г.

УДК 681.5:661.2

Н.Н. Чернышев, Донецк

НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Abstract. In the article describe how to configure the PI temperature 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

Технология производства серной кислоты состоит из нескольких этапов (получение сернистого и серного ангидрида, а затем кислоты) и включает в себя много функций, каждая из которых является специфической, требует индивидуального изучения и практической проработки. Создание модификации системы автоматического управления процессом получения сернистого ангидрида, который относится к классу химико-тепловых объектов со сложной и взаимосвязанной структурой является задачей особой сложности. Перебои в работе коксовых батарей приводят к разбалансированию последовательно соединенных аппаратов и нарушению температурных режимов, и как следствие, к ухудшению качества серной

кислоты и повышению вероятности аварийных ситуаций [1,2].

Поэтому актуальной задачей становится совершенствование существующей САУ технологического процесса получения сернистого ангидрида в направлении придания системе свойства «грубости» к действию внешних возмущений и параметрической неопределенности объекта управления при выполнении требований технологического регламента [3,4,5].

Цель

Повышение качества системы управления производством серной кислоты из коксового газа путем проведения настройки параметров регуляторов температуры 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 температуры газов на выходе каждого технологического аппарата.

Синтез систем автоматического регулирования температуры газов

После проведения настройки регуляторов расхода необходимо синтезировать регуляторы температуры газов. Структурная схема системы регулирования температуры газов на выходе печь-котла и камеры дожигания представлена на рис. 1.

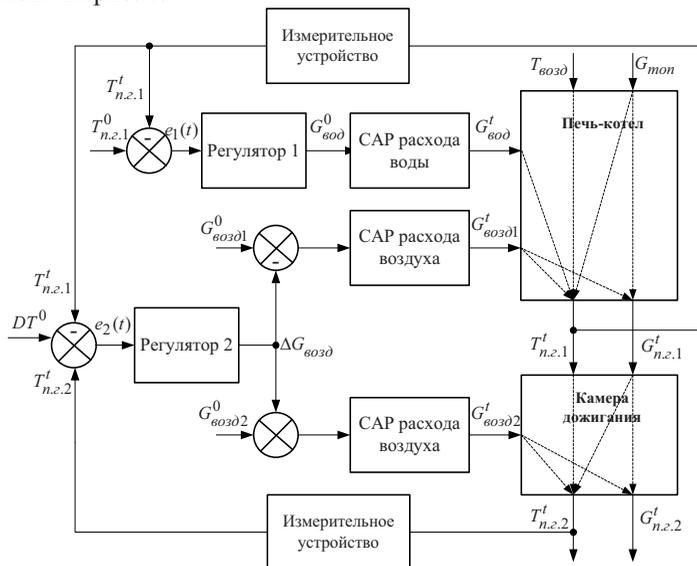


Рис. 1. Структурная схема системы регулирования температуры газов на выходе печь-котла и камеры дожигания

Регулятор 1 поддерживает постоянную температуру первичных продуктов горения на выходе из печи $T_{n.z.1}$ при действии возмущений по расходу сероводородного газа, а регулятор 2 необходим для осуществления процесса горения с минимальным образованием окислов азота [1,2].

Структурная схема системы регулирования температуры газов на выходе из камеры смешения представлена на рис. 2.

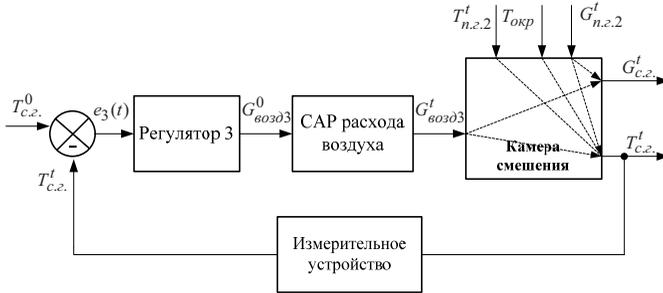


Рис. 2. Структурная схема системы регулирования температуры газов на выходе камеры смешения

Регулятор 3 поддерживает постоянную температуру сернистого газа $T_{c.e.}$ при действии возмущений по расходу, температуре газа из камеры дожигания $T_{c.e.}$ и температуре воздуха окружающей среды $T_{окр.}$

Основными факторами, влияющими на отклонение температур $T_{n.z.1}$, $T_{n.z.2}$ и $T_{c.e.}$ от заданных значений, являются изменения количества и состава перерабатываемого сероводородного газа и температуры окружающей среды. В системах регулирования температуры требуется максимальное ослабление влияния нагрузки (внешних возмущений), при этом уставки длительное время остаются без изменений. Поэтому поиск коэффициентов регулятора проведем с учетом того, что присутствует отклонение регулируемой величины, вызванное ограниченным возмущающим воздействием. Настройку параметров закона управления выполним с использованием линеаризованной модели полученной в [6] и с учетом установившегося режима работы, ограничений на управление для компенсации возмущения

$$G_{вод}^{\min} \leq dG_{вод}^0 \leq G_{вод}^{\max}, \Delta G_{возд}^{\min} \leq \Delta G_{возд} \leq \Delta G_{возд}^{\max}, G_{возд3}^{\min} \leq dG_{возд3}^0 \leq G_{возд3}^{\max}, \quad (1)$$

где $|dG_{вод}^0| \leq 4 \text{ м}^3/\text{ч}$, $|\Delta G_{возд}| \leq 100 \text{ м}^3/\text{ч}$, $|dG_{возд3}^0| \leq 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Запишем ограничения на отклонение регулируемых переменных от установившегося значения

$$T_{n.z.1}^{\min} \leq dT_{n.z.1}^t \leq T_{n.z.1}^{\max}, dT^{\min} \leq dDT^t \leq DT^{\max}, T_{c.e.}^{\min} \leq dT_{c.e.}^t \leq T_{c.e.}^{\max} \quad (2)$$

где $|dT_{n.z.1}^t| \leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $|dT^t| \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$, $|dT_{c.e.}^t| \leq 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ограничения на значения коэффициентов регулятора

$$k_{pj}^{\min} \leq k_{pj} \leq k_{pj}^{\max}, k_{ij}^{\min} < k_{ij} \leq k_{ij}^{\max}, \text{ где } j = \overline{1,3}, \quad (3)$$

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

Задача поиска значений параметров регуляторов решена численным методом по алгоритму, блок-схема которого представлена на рис. 3.

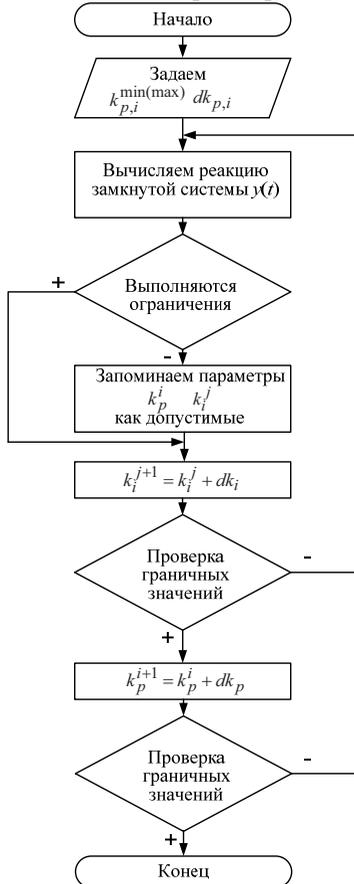


Рис. 3. Блок-схема алгоритма настройки параметров ПИ регулятора

Показатели качества переходных процессов в системе регулирования температуры газов в соответствии с требованиями технологического регламента:

1) для первичных продуктов горения: время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 80 с; величина ошибки e не больше 5 %;

2) для разницы температур газов после и до камеры дожигания: время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 30 с; величина ошибки e не больше 5 %;

3) для температуры сернистого газа: время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 20 с; величина ошибки e не больше 5 %.

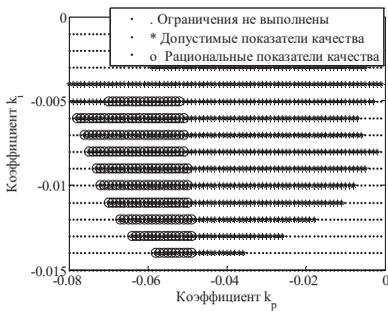
Зададимся более «жесткими» требованиями к качеству переходных процессов:

- для системы регулирования температуры $T_{n.z.1}$: время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 30 с; предельное отклонение значения температуры газов $|dT_{n.z.1}^t| \leq 50$ °C; величина ошибки e не больше 1 %;

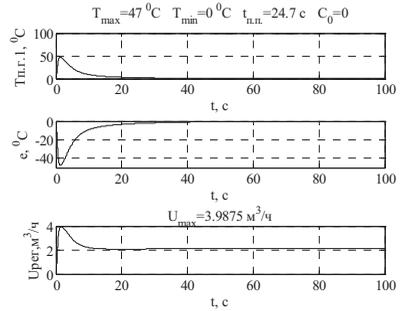
- для системы регулирования разницы температуры DT : время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 15 с; предельное отклонение значения температуры газов $|dDT^t| \leq 25$ °C; величина ошибки e не больше 1 %;

- для системы регулирования температуры $T_{c.z.}$: время переходного процесса $t_{n.n.}$ не больше 8 с; предельное отклонение значения температуры газов $|dT_{c.z.}^t| \leq 15$ °C; величина ошибки e не больше 1 %.

В результате моделирования найдена область допустимых значений параметров регуляторов (рис. 4-6), при которых переходные процессы в замкнутой системе управления обладают лучшими показателями качества по сравнению с допустимыми.

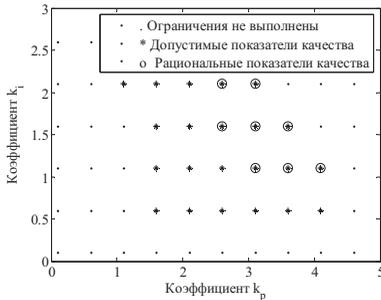


а) область допустимых значений параметров регулятора

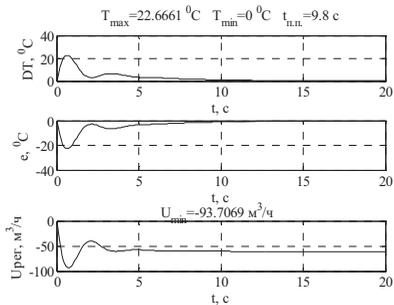


б) переходные процессы в системе

Рис. 4. Настройка регулятора температуры $T_{n.z.1}$

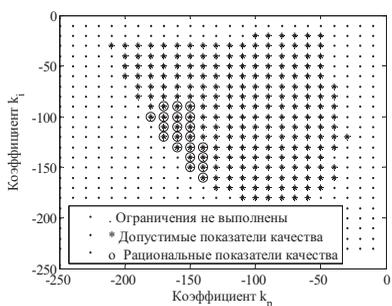


а) область допустимых значений параметров регулятора

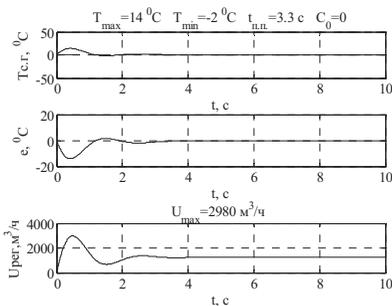


б) переходные процессы в системе

Рис. 5. Настройка регулятора разницы температуры DT



а) область допустимых значений параметров регулятора



б) переходные процессы в системе

Рис. 6. Настройка параметров регулятора температуры $T_{c,r}$.

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 температуры, 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 (1)-(2), значительно сужается. Поэтому при последующих вычислениях обеспечивается сократить время, затраченное на поиск «рациональных» настроек регуляторов.

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

1. Гребенюк А.Ф. Особенности и принципы регулирования режима сжигания сероводородного газа в установках мокрого катализа / А.Ф. Гребенюк, М.В. Пьянков, А.В. Милютин, А.Ф. Черныш // Углекислотный журнал. – 2007. – №3-4. – С. 41–44.
2. Банников Л.П. Превращения HCN в топке печи-котла утилизатора отделения мокрого катализа вакуум-карбонатной сероочистки коксового газа / Л.П. Банников, Е.Т. Ковалев // Углекислотный журнал. – 2008. – № 3-4. – С. 66-71.
3. 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, 17-106

20 апреля 2007 г. В 3-х томах. Том 3.– Донецк: ДонНТУ, 2007. – №7. – С. 329-334.

4. *Гартман Т.Н.* Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: [учебное пособие] / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 416 с.

5. *Ковриго Ю.М.* Адаптивное управление теплоэнергетическими процессами / Ю.М. Ковриго, А.П. Мовчан, И.А. Полищук, Б.В. Фоменко // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. Методы построения адаптивных систем управления. – 2007. – №2(20). – С. 147-156.

6. *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 20.8.2012р.

УДК 660:

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

Б. Л.Якимчук, н.с. ЦСД ЕБТС, м. Львів.

ФОРМУВАННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ОЦІНЦІ ДИНАМІЧНИХ ТЕРМІНАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ В ПОТЕНЦІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Анотація. Розглянуто методику визначення дії потенційно-небезпечних факторів впливу на агрегати складних систем та способи виявлення причинно-наслідкових зв'язків.

Аннотация. Рассмотрено методику определения действия потенциально опасных факторов влияния на агрегаты сложных систем и способы выявления причинно-следственных связей.

Annotation. The methodology of defining the effect of potentially dangerous factors on aggregates of complex system and ways of determining cause and effect relations are outlined in the article.

Ключові слова: термінальна ситуація, причинний аналіз, потенційно-небезпечний об'єкт, нейросистема, оператор.

Ключевые слова: терминальная ситуация, причинный анализ, потенциально опасный объект, нейросистема, оператор.

Key words: terminal situation, causal analyses, potentially dangerous objects, neuron system, operator.