

**1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ**

7. ГОСТ 9094-89 Бумага для печати офсетная. Технические условия;
8. Фляте, Д.М. Свойства бумаги [Текст]. Издание 3-е / Д.М. Фляте. / – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 680 с.

References

1. Flyate D.M. tehnologiya bumagi. m.: lesn. prom-st, 1988. – 440 s;
2. Grinchenko I.A. sovershenstvovanie sistem upravleniya processom sushki bumagi / I.A. grinchenko, V.V. pozhitkov, Y.S. Zhukova // cellyuloza. bumaga. karton. 2009. – № 01– s. 80-81;
3. Bujlov g.p. avtomatizaciya oborudovaniya cellyulozno-bumazhnogo proizvodstva / gouvpo spbgturp. spb., 2009. – 167 s;
4. J. Akesson and J. Ekvall. “parameter optimization of a paper machine model.” in proceedings of reglermoyote 2006, stockholm, sweden, may 2006;
5. lykov A. V. teoriya sushki. – М.: energiya, 1968. – 472 s;
6. Ivanov S.N. tehnologiya bumagi : [ucheb. posob.] / s.n. ivanov. – м.: goslesbumizdat, 1960. – 719 s;
7. ГОСТ 9094-89 бумага для печати офсетная. технические условия;
8. Flyate, D.M. svoystva bumagi [tekst]. izdanie 3-e / d.m. flyate. / – м.: lesn. prom-st, 1986. – 680 s.

УДК 62-933.6:004

ДИНАМИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА

Павлов А.И.¹¹ Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Copyright © 2014 by author and the journal “Automation technological and business - processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>ONAFТ
Open AccessDOI: [10.15673/2312-3125](https://doi.org/10.15673/2312-3125).**Аннотация**

Рассмотрен способ реализации динамической коррекции коэффициента передачи пропорционально-интегрального автоматического регулятора. Способ основан на измерении величины теплового потока нелинейного диссипативного объекта. При работе теплообменных аппаратов постепенно снижаются их коэффициенты теплопередачи. Это приводит к снижению коэффициентов передачи аппаратов как объектов регулирования. Для обеспечения высокого качества регулирования температуры в таких объектах необходимо увеличивать коэффициент передачи автоматического регулятора. Этого можно достичь, если использовать информацию о величине теплового потока объекта. Тепловой поток интерпретируется как «внутреннее» управляющее воздействие объекта регулирования. Коэффициент передачи регулятора корректируется по изменению теплового потока объекта. Результаты исследований переходных процессов в системе регулирования на ее модели представлены.

**1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ****Abstract**

The method of realization of dynamic correction of transmittivity of automatic PI-regulator is considered. A method is based on measuring of size of thermal stream of nonlinear dissipative object. During work of heat-exchange vehicles their coefficients of heat transfer go down gradually. It results in the decline of transmittivities of vehicles as adjusting objects. In such objects it is necessary automatically to increase the transmittivity of regulator. It can be attained, if to use information about the size of thermal stream of object. The thermal stream is interpreted as «internal» managing influence of adjusting object. The transmittivity of regulator is corrected on the change of thermal stream of object. The researches results of transients in the adjusting system on her model are presented.

Ключевые слова

Объект, регулятор, модель, система

Введение

Объекты управления (ОУ) технологического типа в ряде отраслей – от энергетики и металлургии до пищевой промышленности – характеризуются тем, что их функционирование сопровождается большими неконтролируемыми возмущениями. Это приводит постепенно к существенным (нередко в 2...4 раза) изменениям коэффициентов передачи ОУ, их постоянных времени и величин запаздывания.

В ранее созданных системах автоматического управления (САУ) и при проектировании новых, для решения задач регулирования по-прежнему обычно используют линейные ПИ-, ПИД-алгоритмы. Однако общеизвестно, что реальные САУ объектами технологического типа с такими алгоритмами характеризуются невысокой динамической точностью в тех случаях, когда возникают значительные параметрические возмущения. Особенно чувствительны эти алгоритмы к изменениям коэффициента передачи K_0 ОУ.

В условиях все более жестких ограничений на максимально допустимые величины динамических отклонений регулируемых координат, со всей неизбежностью возрастает потребность использования в САУ самонастраивающихся регуляторов со свойствами инвариантности к изменению, в первую очередь, коэффициента передачи ОУ. К сожалению, среди очень большого их числа нет простых в реализации (обычно из числа наиболее простых самонастраивающихся САУ – это системы, использующие информацию о регулируемой координате и ее производной). Но еще более существенным недостатком известных разработок в этой области является необходимость реализации нескольких (2...8 и более) итераций как реакции на специально организованное воздействие на САУ (например, в виде ступенчатого изменения задания [1]). В контурах самонастройки известных регуляторов всегда возникают переходные процессы, что приводит, как следствие, к снижению качества регулирования вплоть до возникновения угрозы аварийной ситуации.

Можно констатировать, что в настоящее время отсутствуют простые и, что еще важнее, безынерционные методы и способы самонастройки регуляторов.

В тех случаях, когда при анализе физических процессов, протекающих в реальных ОУ, удастся выявить «внутреннее» управляющее воздействие [2], а эта задача может быть, по крайней мере, для некоторых типов ОУ решена [3], можно сформулированную проблему, хотя бы частично, устраним.

Основная часть

В некоторых случаях, когда в САУ используется ПИ-алгоритм регулирования, для обеспечения заданных показателей качества управления достаточно корректировать только коэффициент передачи регулятора K_p . Основания для такого утверждения, как будет показано ниже, имеются.

Предложенная ранее [3] структурная схема модели ОУ в упрощенном виде приведена на рис. 1. Она состоит из двух частей: безынерционной (1) и инерционной (2). «Внутреннее» управляющее воздействие – тепловой поток $\Phi(t)$ – является промежуточной координатой безынерционной (а это очень важно!) части ОУ. Информацию о текущей величине теплового потока можно использовать для коррекции величины K_p . Поскольку прямое измерение инструментальными средствами величины $K_0(t)$ невозможно, воспользуемся тем объективным фактом, что в рамках замкнутой работающей САУ имеется причинно-следственная связь между изменением $K_0(t)$ и $\Phi(t)$. А величину потребляемого ОУ теплового потока можно тем или иным способом измерить. Для конкретного типа ОУ зависимость $K_0(t) = f[\Phi(t)]$ определить также можно. Характер взаимосвязи этих двух переменных всегда обратно пропорциональный. С необходимой точностью при построении корректирующей цепи для реальной САУ гиперболу можно реализовать, например, кусочно-линейной функцией, чем и воспользуемся при разработке имитационной модели САУ.



1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ

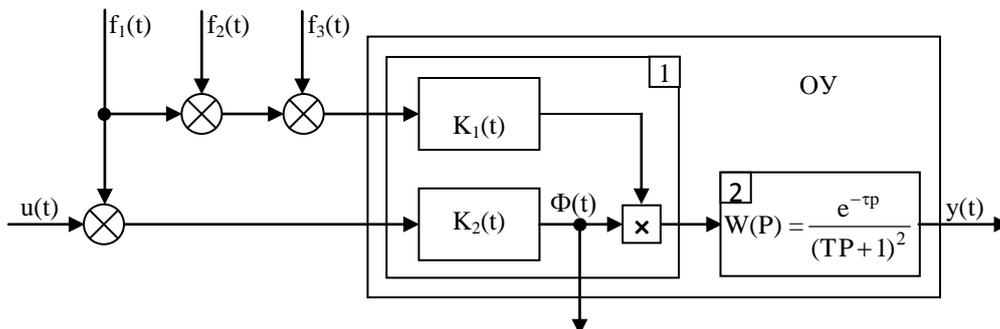


Рис. 1 – Упрощенная структурная схема модели ОУ

где $f_1(t)$, $f_2(t)$, $f_3(t)$ – координатные возмущения, связанные соответственно с отклонением давления пара от номинальной величины, «старением» технологического аппарата и паропровода; $u(t)$ – управляющее воздействие; $y(t)$ – регулируемая координата (температура)

Для определения величин коэффициента передачи регулятора K_p и постоянной времени интегрирования T_i для базовых (исходных) параметров ОУ используем программу оптимизации параметров регулятора в среде MATLAB. При этом в структуре имитационной модели САУ обязательно следует представить модели исполнительного механизма (ИМ) и регулирующего органа (РО).

При построении корректирующей цепи регулятора, для реализации зависимости $K_p(t) = f[K_0(t)]$ воспользуемся следующей зависимостью:

$$K_p = \frac{K}{K_0 \tau/T},$$

где K – константа, численная величина которой определяется желаемым видом переходного процесса в САУ (например, $0,6 \leq K \leq 1,1$); T – постоянная времени ОУ; τ – запаздывание.

Использование приведенной зависимости предполагает, что соотношение τ/T не меняется или, во всяком случае, меняется не существенно.

Если, например, величина базового соотношения $\tau/T = 0,4$, $K_0 = 1,6$, а величину K примем равной 1,1, то базовая величина $K_p = 1,72$. Зависимость $K_p(t) = f[K_0(t)]$ также можно реализовать в виде кусочно-линейной функции; она тоже обратно пропорциональная.

Структурная схема САУ имеет вид, показанный на рис. 2. Динамические свойства ИМ соответствуют варианту использования в реальной САУ пневматического мембранного, оснащенного позиционером. Пропускная характеристика РО принята равнопроцентной. В целом модель ОУ реализована в полном объеме, без упрощений, в соответствии с [3].

Постоянная времени интегрирования регулятора $T_i = 20$ с и в процессе моделирования не менялась.

Базовые величины τ и T ОУ приняты: $\tau = 5$ с, $T = 10$ с (использована модель объекта второго порядка).

Исследование динамики модели САУ проводилось при изменении коэффициента передачи ОУ (вследствие его «старения» и нестабильности давления пара) в диапазоне $0,3 \leq K_0(t) \leq 1,6$. Моделирование выполнено с использованием системы программирования KONGRAF.

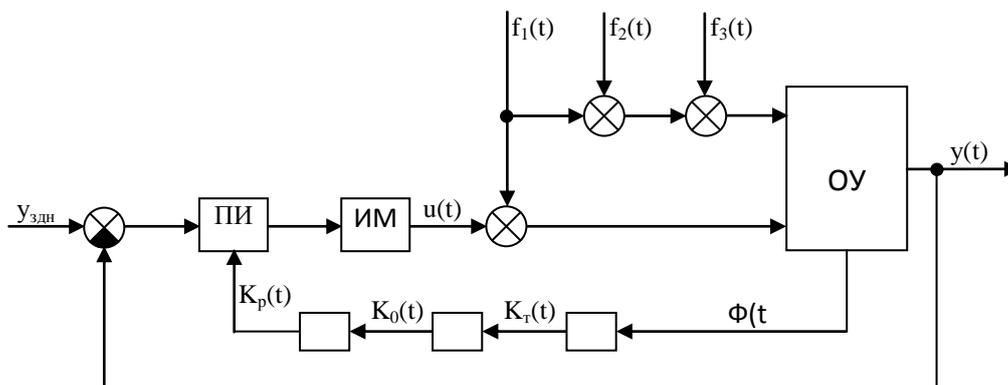


Рис. 2 – Структурная схема модели САУ. $K_r(t)$ – коэффициент теплопередачи технологического аппарата

**1 ПИТАННЯ ТЕОРІЇ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТИПУ**

Посредством многочисленных прогонов имитационной модели САУ была определена область нормальных режимов (ОНР) работы САУ в режиме динамической коррекции коэффициента передачи K_p алгоритма регулирования (рис. 3).

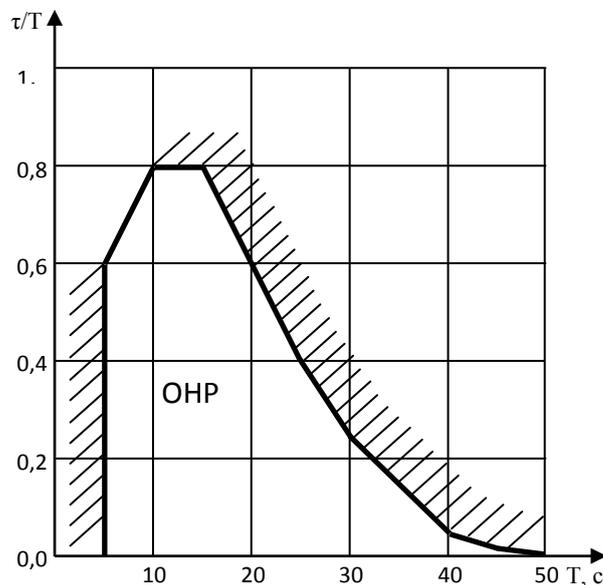


Рис. 3 – Область нормальных режимов работы САУ

Выводы

1. Определена область нормальных режимов работы САУ в условиях больших изменений величин K_0 , τ и T , а также изменения величины соотношения τ/T ;
2. Использование в САУ корректирующей цепи по изменению теплового потока ОУ обнаруживает свойство инвариантности к большим изменениям всей совокупности его параметров.

Литература

1. Ковриго Ю. М. Метод построения самонастраивающихся регуляторов для промышленного применения [Текст] / Ю. М. Ковриго, А. П. Мовчан, И. А. Полищук // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2005. – № 1 (15);
2. Колесников А. А. Синергетическая теория управления [Текст] / А. А. Колесников // Таганрог : ТРТУ, М. : Энергоатомиздат, 1994. – 344 с;
3. Павлов А. И. Повышение адекватности имитационных моделей нелинейных диссипативных объектов [Текст] / А. И. Павлов // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – Одесса : ОНАПТ, 2014. – № 17. – С. 4–7;
4. Павлов А. И. Повышение эффективности управляющих воздействий автоматических регуляторов [Текст] / А. И. Павлов // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – Одесса : ОНАПТ, 2011. – № 5, 6. – С. 31–37.

References

1. Kovrigo Yu. M. Metod postroeniya samonastravayushhixsya regulyatorov dlya promyshlennogo primeneniya [Tekst] / Yu. M. Kovrigo, A. P. Movchan, I. A. Polishhuk // Avtomatika. Avtomatizaciya. Elektrotexnicheskie komplekxy i sistemy. – 2005. – № 1 (15);
2. Kolesnikov A. A. Sinergeticheskaya teoriya upravleniya [Tekst] / A. A. Kolesnikov // Taganrog : TRTU, M. : Energoatomizdat, 1994. – 344 s;
3. Pavlov A. I. Povyshenie adekvatnosti imitacionnyx modelej nelinejnyx dissipativnyx obektov [Tekst] / A. I. Pavlov // Avtomatizaciya texnologicheskix i biznes-processov. – Odessa : ONAPT, 2014. – № 17. – S. 4–7;
4. Pavlov A. I. Povyshenie effektivnosti upravlyayushhix vozdeystvij avtomaticheskix regulyatorov [Tekst] / A. I. Pavlov // Avtomatizaciya texnologicheskix i biznes-processov. – Odessa : ONAPT, 2011. – № 5, 6. – S. 31–37.