

**7** СТУДЕНТСЬКА НАУКА**Література**

1. Семихатова Н.М., Лозенко М.Ф., Белова Л.Д., Дмитриев А.Д., Папок С.П. - Производство хлебопекарных дрожжей - М: Агропромиздат, 1987;
2. Хобин В.А, Бабилов А.Ю. Исследование систем гарантирующего управления экстремальными нестационарными объектами с ограничениями / 36. наук. пр. Кіровоград. держ. техн. універ. - Кіровоград, 2002. - Вип. 11. - С. 54-57;
3. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. - Общая технология бродильных производств М.: КолосС, 2002.

Науковий керівник: Муратов В. Г., доц., к.т.н. кафедри АВП ОНАХТ

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯ РОЗДІЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ

Одобеску Д.О.¹, Дубна С.М.¹

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

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/>



DOI: 10.15673/2312-3125. 21/

Анотація

Впровадження кріогенної техніки в різні галузі науки і техніки зумовлює необхідність автоматизації кріогенних машин і установок. Рациональне управління виробничими процесами, реалізованими за допомогою машин і апаратів кріогенних установок, а так само контроль за ходом технологічного процесу, забезпечення надійної та безаварійної роботи обладнання виконується відповідними системами автоматизації.

Кріогенні установки, і особливо повітря- і газороздільні установки, є досить енергосмними, тому їх автоматизація, напрямки на підвищення ступеня використання технологічного устаткування, підвищення якості продукції, зниження собівартості виробництва, поліпшення умов праці і скорочення обслуговуючого персоналу, має велике виробниче значення.

Автоматизація має важливе значення для подальшого розвитку кріогенної техніки та обладнання для розділення газів. Особливо актуальні розробка і застосування систем автоматичної підтримки найвигіднішого режиму при різній продуктивності по розділеним газам і повітрю, при споживанні енергії та інших зовнішніх умов що змінюються. Це має тим більше значення, чим вище продуктивність установки, так як відхилення від оптимального режиму в цьому випадку може привести до відчутних втрат внаслідок збільшення витрати енергії, що в свою чергу позначиться на підвищення собівартості газу (азоту, кисню).

Основною апаратурою, яка застосовується в системі автоматизації, є серійно вироблені приладобудівною промисловістю засоби вимірювання та контролю. Як правило для коректної роботи системи потрібна максимально точно вибрати і налаштувати регулятори. Тому іноді доводиться вдаватися до досить рідких способів регулювання та пошуку, наприклад пошук оптимальних налаштувань на базі нечіткої логіки.

**7** СТУДЕНТСЬКА НАУКА**Abstract**

Introduction of cryogenic technology in different spheres of science causes the necessity of automation of cryogenic technology. Rational management of working processes that are realized by machines of cryogenic technology and the same control of technologic process. Procuring reliable and trouble-free work of equipment marks the respective system of automation. The cryogenic plants and particularly the air separation plants are quite power-consuming. That is why their automation, ways of increasing the level of use of technical equipment, increasing of quality production, reducing the cost of production, improvement of working conditions and reduction of service, are very important. Automation is important for the further development of cryogenic technology and equipment for gas separation. Particularly relevant are the development and application of automated maintenance of the most advantageous mode with different performance on split gas and air at varying energy consumption and other environmental conditions. This is all the more important, the higher the productivity of the plant, as the deviation from the optimum in this cast may lead to tangible losses due to increased energy consumption, which, in turn, will affect the increasing cost of natural gas (nitrogen, oxygen). The main equipment that is using in automation system are the serially made by industry arsenal of measuring and control. As a rule for correct system work it is required a right choosing and set up regulators. Then we sometimes have to use some seldom using methods of regulation and search. For example – searching of optimal settings based on fuzzy logic.

Ключові слова

Автоматичне управління повітророзподільними установками - Нечітка логіка - Регулятор – Нелінійність.

Вступ.

Успішне вирішення завдань управління істотно ускладнюється конструктивними особливостями кріогенних установок:

- а) наявність значної кількості послідовно і паралельно з'єднаних апаратів різного призначення і типу;
- б) наявність низки ємностей в газорідному трубопроводі;
- в) наявність груп апаратів, що періодично перемикаються;
- г) теплоізоляція апаратів і комунікацій, що ускладнює доступ до них.

Дані установки призначені для переробки газового середовища, що надходить з одного джерела, і проходить послідовно через всі апарати і машини установки. Схему матеріальних потоків у відповідності з технологічною схемою можна представити у вигляді розгалуженої мережі (малюнок 1), причому на одних ділянках мають місце послідовно включені апарати, а на інших - паралельно включені. Характерною особливістю таких установок є зміна температур і тисків при проходженні потоку по трубопроводу установки.

Основна частина

На окремих ділянках трубопроводу можуть відбуватися стрибкоподібні зміни параметрів, обумовлені місцевими опорами.

Малюнок 1 пояснює прийняті в статті позначення технологічних потоків (процесів), де стрілки « \downarrow » означають прямий процес, тобто послідовність процесів призводять до кінцевого продукту. Процеси регенерації тепла (повернення його в технологічний цикл) проводиться по лініях « \rightarrow »

В кінцевому підсумку легко бачити взаємний зв'язок основних технологічних параметрів схеми:

$$G = G(\Delta p, v, T, \rho, F) \quad (1)$$

Подібна взаємна залежність технологічних параметрів визначає появу перехресних внутрішніх зв'язків в установці. Суворий математичний опис таких зв'язків представляє значні труднощі у зв'язку з наявністю істотної нелінійності окремих залежностей, розподілення параметрів, а також наявністю транспортних запізнювань, що призводять до нестійким режимам роботи окремих ділянок схеми [1,2,3]. Складність управління при істотній нелінійності зажадало розробку спеціальних регуляторів на базі нечіткої логіки.

На базі запропонованого вище підходу пошуку оптимальних налаштувань для ПІД- регулятора на основі нечіткої логіки, було вироблено моделювання за допомогою пакета Matlab (Siniulink). Для цього були розглянуті існуючі нечіткі моделі і алгоритми управління [5, 6, 8] і проведена фазифікація вхідних і вихідних лінгвістичних змінних згідно з рекомендаціями [4].

**7** СТУДЕНТСЬКА НАУКА

Діапазон функцій приналежності складається з:

а) похідної помилки E

$$f L(x, -0.9, 0.4) = [1, x \leq -0.9; \frac{0.4 - x}{1.3}; 0, x \geq 0.4]$$

$$f 1(x, -0.75, 0.1, 0.7) = [0, x \leq -0.75; \frac{x + 0.75}{-0.65}; \frac{0.7 - x}{0.6}; 0, x \geq 0.7]$$

$$f \psi(x, -0.37, 1.2) = [0, x \leq -0.37; \frac{x + 0.37}{1.57}; 1, x \geq 1.2]$$

б) помилки E

$$f L(x, -0.7, 0.42) = [1, x \leq -0.7; \frac{-0.42 - x}{0.22}; 0, x \geq -0.42]$$

$$f 1(x, -0.7, -0.1, 0.52) = [0, x \leq -0.7; \frac{x + 0.7}{0.6}; \frac{0.52 - x}{0.62}; 0, x \geq 0.52]$$

$$f \psi(x, -0.2, 0.7) = [0, x \leq -0.2; \frac{x + 0.2}{0.5}; 1, x \geq 0.7]$$

в) інтегралу помилки E

$$f L(x, -0.5, 1.75) = [1, x \leq 0.5; \frac{1.75 - x}{1.25}; 0, x \geq 1.75]$$

$$f 1(x, 0.9, 1.8, 2.65) = [0, x \leq 0.9; \frac{x - 0.9}{0.9}; \frac{2.65 - x}{0.85}; 0, x \geq 2.65]$$

$$f \psi(x, 1.9, 3.1) = [0, x \leq 1.9; \frac{x - 1.91}{1.2}; 1, x \geq 3.1]$$

Фаззифікація вихідних лінгвістичних змінних «налаштування ПД-регулятора» проведені з врахуванням рекомендацій [7,8] та мають вигляд:

а) K- коефіцієнт пропорційності

$$f L(x, 2.3, 6.7) = [1, x \leq 2.3; \frac{6.7 - x}{4.4}; 0, x \geq 6.7]$$

$$f 1(x, 3, 7.4, 11.5) = [0, x \leq 3; \frac{x - 3}{4.4}; \frac{11.5 - x}{4.1}; 0, x \geq 11.5]$$

$$f \psi(x, 7.7, 12) = [0, x \leq 7.7; \frac{x - 7.7}{4.3}; 1, x \geq 12]$$

б) Ti – коефіцієнт інтегрування

$$f L(x, 0.55, 2.1) = [1, x \leq 0.55; \frac{2.1 - x}{1.55}; 0, x \geq 2.1]$$

$$f 1(x, 0.45, 2.4, 4.55) = [0, x \leq 0.45; \frac{x - 0.45}{1.95}; \frac{4.5 - x}{2.15}; 0, x \geq 4.55]$$

$$f \psi(x, 2.7, 4.25) = [0, x \leq 2.7; \frac{x - 2.7}{1.55}; 1, x \geq 4.25]$$

в) Td – коефіцієнт диференціювання

$$f L(x, 1.1, 4.15) = [1, x \leq 1.1; \frac{4.15 - x}{3.05}; 0, x \geq 4.15]$$

$$f 1(x, 0.15, 4.5, 8.15) = [0, x \leq 0.15; \frac{x - 0.15}{4}; \frac{8.15 - x}{4}; 0, x \geq 8.15]$$

$$f \psi(x, 1.9, 3.1) = [0, x \leq 5.05; \frac{x - 5.05}{3.1}; 1, x \geq 8.15]$$

База правил регулятора побудована з урахуванням досвіду експертів-налаштувальників систем автоматизації ПРУ, пропонуються наступні правила (малюнок 2).

Після складання бази правил, для перевірки працездатності регулятора, його поклали в електричну аналогію трубопроводу з двохфазним потоком (малюнок 3). Налаштування регулятора проводилося методами Зіглера-Ніколса та Chien, Hrones and Reswick (CHR). В результаті дослідження управління на аналогії з двохфазним потоком, регулятор видав такі налаштування:

1) На початку налаштування K=7.5 Ti = 2,5 Td= 5

2) В процесі пошуку оптимальних налаштувань:

а) В процесі пошуку оптимальних налаштувань № 1 K= 3,02 Ti = 3.89 Td= 1.96

б) В процесі пошуку оптимальних налаштувань № 2 K=3 Ti = 3.95 Td= 1.94

У нашому випадку (малюнок 5) час регулювання на першому витку складає t1= 30 сек та t1= min, що свідчить про високу швидкодію регулятора. Перерегулювання при обуренні складає:

$$\sigma = \frac{x1}{xн} * 100\% = \frac{24}{72} * 100\% = 33\%$$

$\sigma=33\%$, свідчить про добре загасання коливань.

**7** СТУДЕНТСЬКА НАУКА**Висновки**

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що моделювання ПІД-регулятора з пошуком оптимальних налаштувань на базі нечіткої логіки, стабілізує параметри процесу, а у нашому випадку двофазного потоку ПРУ, на заданому рівні при впливі зовнішніх збурюючих факторів, діючих на об'єкт управління, та має змогу переходу на нові режими роботи з підтриманням оптимальних параметрів.

Література

1. Королёв А.В., Червоненко П.П. Анализ управления технологическими процессами с учётом запаздывания в системах управления и технологическом процессе // Электромашинно будування та електрообладнання. - №67. – Київ: Техніка. 2010. – С. 64-67
2. Червоненко П.П., Королёв А.В. Исследование системной неустойчивости регулирования уровня методами динамических аналогий // Электрические и компьютерные системы. - №05(81). - Киев: Техника. 2012. – С. 159-163
3. Королёв А.В., Червоненко П.П. Неустойчивость работы схем поддержания уровня в системах сжиженного газа // Холодильная техника и технология. - №5(133). – Одесса: Одеська державна академія холоду. 2011 – С. 25-29.
4. Ротач В.Я. К расчёту оптимальных параметров реальных ПИД – регуляторов по экспертным критериям // Промышленные АСУ и контроллеры. №2,2006, С. 25-29.
5. Леоненков А.Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTech. – С. – Птб.: БХВ, 2003. – С. 720.
6. Мелихов А.Н. и др.. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. – М.: Наука, 1990. – С. 272.
7. Ротач В.Я., Ключев А.С. Автоматизация настройки систем управления. М.: Энергоиздат, 1984 - С.272.
8. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечёткой исходной информации. М.: Энергоиздат. 1991, - С. 234.

References

1. Korolyov A.V., Chervonenko P.P. Analiz upravleniya texnologicheskimi processami s uchyotom zapazdyvaniya v sistemax upravleniya i texnologicheskom processe // Elektromashino buduvannya ta elektroobladnannya. - №67. – Київ: Техніка. 2010. – S. 64-67;
2. Chervonenko P.P., Korolev A.V. Issledovanie sistemnoj neustojchivosti regulirovaniya urovnya metodami dinamicheskix analogij // Elektricheskije i kompyuternye sistemy. - №05(81). - Kiev: Texnika. 2012. – S. 159-163;
3. Korolev A.V., Chervonenko P.P. Neustojchivost raboty sxem podderzhaniya urovnya v sistemax szhizhennogo gaza // Xolodilnaya texnika i texnologiya. - №5(133). – Odessa: Odeska derzhavna akademiya xolodu. 2011 – S. 25-29.;
4. Rotach V.Ya. K raschyotu optimalnyx parametrov realnyx PID – reguljatorov po ekspertnym kriterijam // Promyshlennye ASU i kontrollery. №2,2006, S. 25-29.;
5. Leonenkov A.Yu. Nechetkoe modelirovanie v srede Matlab i FuzzyTech. – S. – Ptb.: BXV, 2003. – S. 720.;
6. Melixov A.N. i dr.. Situacionnye sovetuyushhie sistemy s nechyotkoj logikoj. – M.: Nauka, 1990. – S. 272.
7. Rotach V.Ya., Klyuev A.S. Avtomatizaciya nastrojki sistem upravleniya. M.: Energoizdat, 1984 - S.272.;
8. Aliev R.A., Cerkovnyj A.E., Mamedova G.A. Upravlenie proizvodstvom pri nechyotkoj isxodnoj informacii. M.: Energoizdat. 1991, - S. 234.

ЦИТАТА НОМЕРА

***„В мире есть две бесконечные вещи. Это Вселенная и глупость.
Насчет Вселенной полной уверенности нет.”
(Альберт Эйнштейн)***