

ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY-РЕГУЛЯТОРІВ У ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Необхідність підвищення ефективності виробництва обумовлює розвиток та вдосконалення промислового обладнання, впровадження новітніх технологій у системи автоматичного керування технологічними процесами. Широкого розповсюдження набули пневмотранспортні системи, які застосовуються в хімічній, алюмінієвій, деревообробній промисловості, на металургійних виробництвах, будівництві тощо. Відомий ряд факторів, які впливають на якість керування у пневмотранспортних системах: довжина трубопроводу, швидкість подачі матеріалу, його фізико-хімічні властивості, алгоритми систем керування засувками/заслінками, регулювання рівнем вологості матеріалу та технологічним процесом у цілому [1]. Тому актуальною задачею є дослідження систем автоматичного керування пневмотранспортуванням з використанням FUZZY-регуляторів на рівні з досвідом операторів, які безпосередньо впливають на суворе дотримання технологічного процесу, що підвищить якість керування, а отже й на ефективність роботи системи.

Об'єктом дослідження є фрагмент пневмотраси від камерного живильника до приймального бункера електролізного цеху. Завантаження глинозему з холодильника печі кальцинації проходить через отвір у камерний живильник. Поворотом засувки/заслінки подачі стисненого повітря від центрального колектора регулюється надходження матеріалу в транспортну магістраль, з контролем тиску на вході/виході пневмотранспортної магістралі, і витрата глинозему. Засувкою/заслінкою регулюється подача суміші у пневмотранспортну систему (ПТС). Регулювання подачі стисненого повітря забезпечується за допомогою багатоступінчастого відцентрового компресора (К-250-61-2) з приводним двигуном (СТД-1600-24ХЛ4). Було виявлено, що зниження тиску на виході ПТС зменшує енергоефективність системи у цілому, аж до можливого закупорювання трубопроводу сипким матеріалом [1, 2].

Для керування пневмотранспортними системами широко використовуються такі регулятори, як інтегральні (І), пропорційні (П), пропорційно-інтегральні (ПІ), пропорційно-диференційні (ПД) і пропорційно-інтегрально-диференційні (ПІД) [3, 4]. На підставі аналізу літературних джерел та досвіду експлуатування, можна дійти висновку, що ПІД-регулятори мають низькі показники якості при керуванні складними та нечіткими об'єктами. Також мають місце нестача або брак інформації про об'єкт керування. В таких випадках характеристики ПІД-регуляторів можна поліпшити використанням методів нечіткої логіки [3, 4]. Основними вадами FUZZY-контролерів є складність їх налаштування, тобто створення бази правил. Керування на основі методів нечіткої логіки - Fuzzy Logic (FL) використовують [5] при нестачі інформації про об'єкт керування, але за умов наявності досвіду керування ним, крім того доцільне їх використання у нелінійних системах, ідентифікація яких є складною задачею, та у випадках, коли за умовами задачі необхідно використовувати знання експертів. Одним з варіантів застосування FL є підлаштування коефіцієнтів ПІД-контролера, оскільки вибір параметрів налаштування типового ПІД-контролера аналітичним методом, як правило, не є оптимальним [6]. Підлаштування може бути виконано оператором на основі евристичних правил, або автоматично за допомогою FL. Фазі-блок використовує базу правил і методи нечіткого виведення, а фазі-підлаштування дозволяє зменшити перерегулювання, тривалість перехідного процесу і підвищити робастність ПІД-контролера [5]. Процес автоматичного налаштування ПІД-контролера за допомогою фазі-блока розпочинається з пошуку початкових наближених значень коефіцієнтів ПІД-регулятора. Далі формулюється критеріальна функція, необхідна для пошуку оптимальних значень параметрів налаштування ПІД-контролера методом оптимізації. Пошук параметрів налаштування ПІД-контролера виконується методом оптимізації, для чого вибирається цільова функція як інтеграл від суми квадратів помилки регулювання і тривалості перехідного процесу. Цей критерій іноді доповнюють швидкістю зростання вихідної змінної об'єкта керування [6].

Отже, використання Fuzzy-регуляторів у системах автоматичного керування пневмотранспортними системами є перспективним напрямом підвищення якості керування, що сприяє ефективності роботи системи у цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Назарова, Е.С. Моделирование особенностей возникновения завалов пневмотранспортных систем / Е.С. Назарова, И.А. Мелешко // Энергия – Тбилиси, № 4 (96)/2020. – Ч.1. – С. 33-37.
2. Nazarova, O. S. Experimental research and computer modeling of the obstruction occurrence in the pneumatic conveying systems peculiarities / Olena S. Nazarova, Irina A. Meleshko // Herald of Advanced Information Technology, 2020. - Vol.3. - No.1. – P. 428–439. DOI: 10.15276/hait 01.2020.9
3. Денисенко, В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Ч. 1. / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2006. – № 4. – С. 66-74.

4. Денисенко В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Ч. 2. / В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2007. – № 1. – С. 78-88.
5. Yesil E. Internal model control based fuzzy gain scheduling technique of PID controllers / E. Yesil, M. Guzelkaya, I. Eksin // World Automation Congress, 28 June - 1 July 2004. Proceedings. Vol. 17. P. 501-506.
6. Семенцов, Г.Н. Удосконалення оптимального керування газоперекачувальним агрегатом на основі багатопараметричних регуляторів / Г.Н. Семенцов, А.І. Лагойда // Нафтогазова енергетика, 2015. - №1 (23). – С. 61-68.