

(сигнал керування 4-20мА). Емпіричними методами проведено розрахунок витратних характеристик для оцінки роботи регулюючих клапанів і запірних елементів. Досліджено моделі об'єкта регулювання рис.1 на експериментальному стенді: 1-го типу - має постійний об'єм, витрата робочого середовища напрямлена у ресивер і визначається перепадом тисків; 2-го типу - має змінний об'єм, і процес витікання робочого середовища визначається гідродинамічними законами. Залежно від величини сигналу позиціонера 4-20мА змінюється кут повороту дискової міжфланцевої заслінки і як наслідок умовний прохід і пропускна здатність трубопроводу.

Традиційно в процесі синтезу законів і алгоритмів керування системами продуктопроводів прийнято використовувати прості лінійні математичні моделі об'єктів управління (ОУ), як правило, другого порядку, з урахуванням транспортного запізнювання сигналу управління. Дійсно, при виконанні умов експлуатації системи продуктопроводу, використання класичних методів управління лінійними системами другого порядку цілком виправдано. Для цього достатньо синтезувати ПД-закон, розрахувати параметри одним з відомих методів: наприклад, забезпечити відповідність коефіцієнтів характеристичного рівняння коефіцієнтам Баттерворда або вирішити рівняння Ріккати щодо параметрів регулювання. Проблема нелінійності релейного елемента вирішується за допомогою гармонійної лінеаризації, яку частіше застосовують при використанні ШІМ[1,2]. Однак умови експлуатації можуть не тільки істотно змінити параметри системи, але й надати нелінійність залежності самих параметрів від стану системи і зовнішніх чинників. З огляду на можливості ПЛК, сучасні рішення в галузі управління можуть базуватися на максимально можливій інформації про параметри об'єкта як в синтезі управління, так і в моделюванні. Тому в цьому матеріалі розглянуто питання аналізу математичної моделі системи трубопроводного транспортування продукту.

В результаті аналізу отриманих реакцій ЕППП на ступінчасті і гармонійні вхідні впливу і впливу збурюючих впливів можна зробити висновок, що структура з контуром регулювання положення забезпечує необхідну динамічну точність при відтворенні колових частот до 3 рад/с. Необхідна статична точність досягається при малих запасах стійкості ЕППП. Для підвищення запасів стійкості доцільно зменшити коефіцієнт посилення контуру положення ЕППП, а для підтримки динамічної точності в керуючій частини запропонованої структури ЕППП - застосувати нелінійні закони регулювання в ланцюзі корекції вхідного впливу і в ланцюзі формування коефіцієнтів регуляторів.

Список літератури

1. *Beater Peter. Pneumatic Drives. System Design, Modelling and Control / Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. — 324 p.*
2. *Мартинов Г.М., Сосонкин В.Л. Концепція числового програмного управління мехатронними системами: проблема реального часу // Мехатроника, 2000. № 3, с.37–41.*

УДК 621.87

Володін¹ О.С., Гнатів² Т.Т., Кривопляс-Володіна² Л.О., к.т.н., доцент

1 – КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

2 - Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

СИНТЕЗ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПАКУВАЛЬНОЇ МАШИНИ З ПРОПОРЦІЙНИМ РЕГУЛЯТОМ ТИСКУ

Пакувальні машини-автомати, які працюють з одного рулону, застосовуються зазвичай для малопорційних систем пакування сипучої, рідкої, пастоподібної і дрібноштучної продукції в трьохшовні пакети, що виготовляються з різних термозварювальних або

термоклейових плівкових матеріалів, а також фільтропаперу, ламінованого поліетиленом, паперу та алюмінієвої фольги. Технічна продуктивність таких машин-автоматів досягає 200 циклів на хвилину, а фактична продуктивність залежить від фізичних властивостей пакованої продукції і величини дози продукції. Залежно від властивостей пакованої продукції, продуктивності - машина може оснащуватися різними пристроями управління і контролю. Зокрема, у функціональному модулі розмотування рулону здійснюється контроль і управління за натягом пакувального матеріалу за допомогою системи валків.

Для побудови гнучкої системи автоматичною стеження за процесом розмотування пакувального матеріалу, розглянемо можливість застосування пропорційного регулятора тиску MX PRO в модулі автоматичного управління валкового пристрою, який регулює зусилля натягу плівки пакувального матеріалу при його розмотуванні.

Метою даної роботи є дослідження і розробка математичної моделі роботи пропорційного регулятора тиску стисненого повітря, в якій врахована можливість відриву елементів рухомої системи один від одного при русі між упорами (пневмоциліндрами) напрямних роликів. Регулятор тиску газу призначений для підтримки постійного тиску на вході в систему управління направляючими і підтримуючими роликками рис.1.

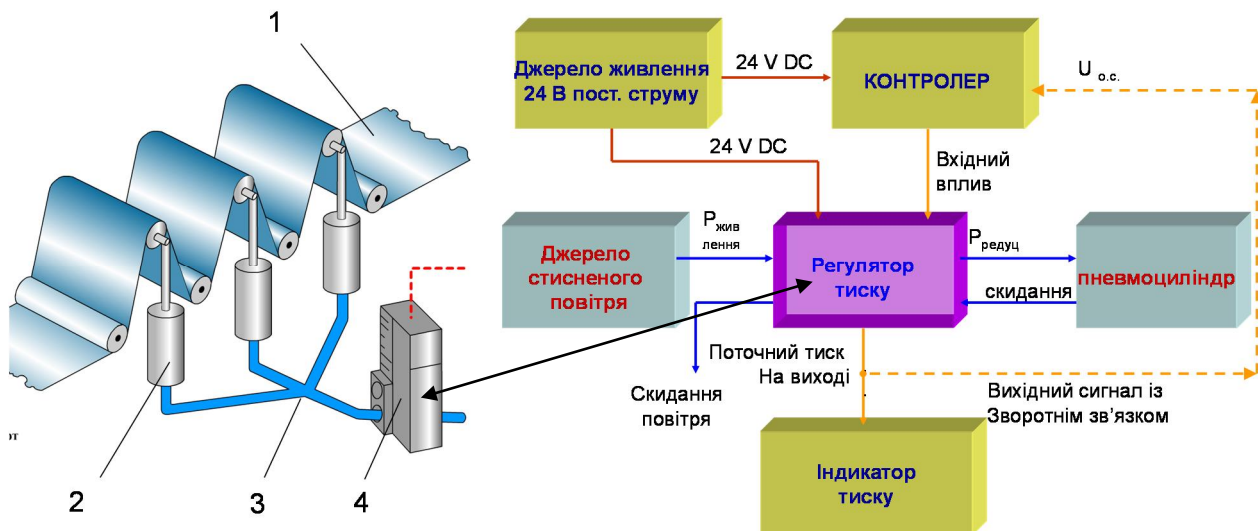


Рис.1 – Загальний вид експериментального стенду подачі рулонного плівкового пакувального матеріалу в системі з керованими направляючими і керуючими роликками і схеми електропневматичного регулятора тиску ER (Camozzi).

Математичне моделювання робочих процесів в ER проведено в наближенні зосереджених термодинамічних параметрів стану газу. Розрахункова схема рис.2 , являє собою набір газових порожнин постійного і змінного обсягу, з'єднаних каналами постійного і змінного перерізу. У кожній газовій порожнині відбуваються однакові по всьому об'єму фізичні процеси і явища, і параметри робочого середовища вважаються незалежними від координати точки всередині розглянутого обсягу. Рухомі елементи конструкції навантажені газовими силами, силами пружності і силами тертя. Процеси течії робочого середовища у внутрішніх каналах замінені процесами закінчення робочого середовища через умовні дроселі.

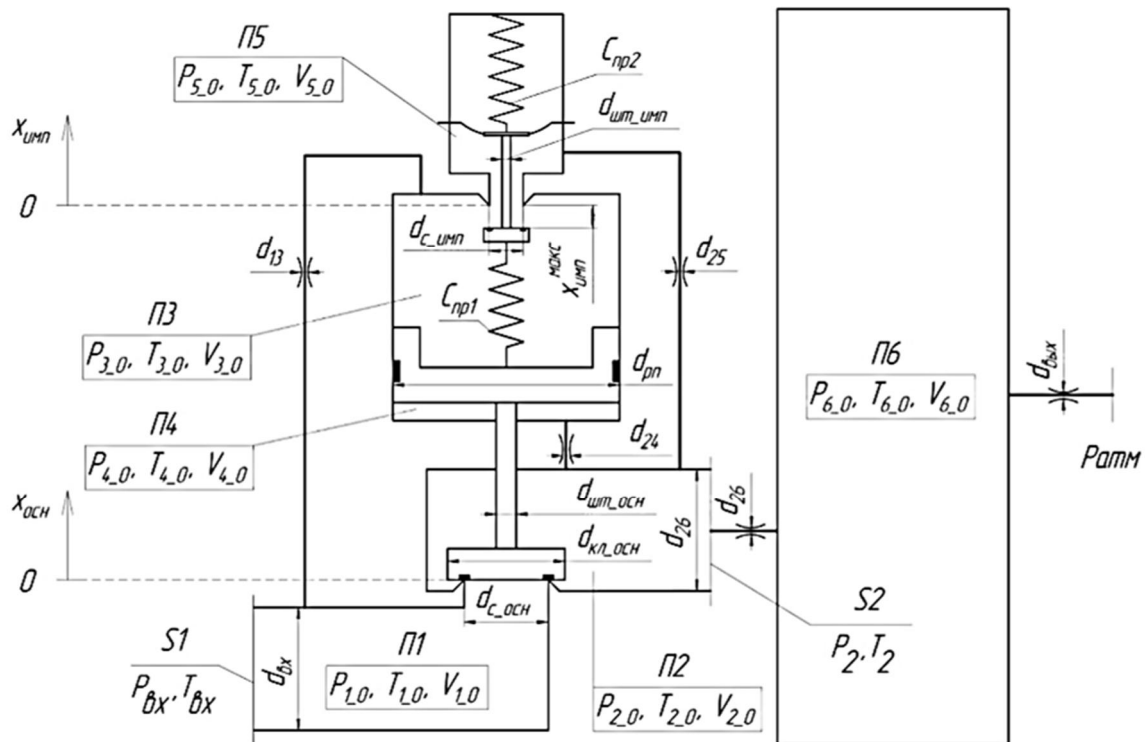


Рис.2 – Розрахункова схема регулятора тиску ER.

Наведені в роботі результати досліджень показують, що вже при швидкості руху рухомих частин клапана 0,1м/с необхідно враховувати нестационарність процесів. Досягнення швидкостей $> 0,1\text{м/с}$ можливо в процесах відкриття і закриття клапанів, тобто тільки в початковий і кінцевий момент часу роботи ER. В подальшому, клапан працює в режимі регулювання, і його швидкість менше вказаної межі, тому припущення про квазістатичності процесу вважаємо допустимим і обґрунтованим. Необхідно відзначити, що для виключення автоколивань поршня, в ER передбачена система механічних пружин і додаткових мініатюрних порожнин, які надають демпфуючу дію (рис. 3).

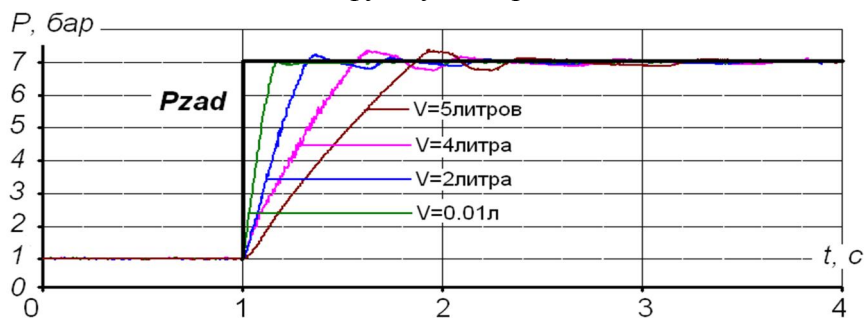


Рис.3 – Реакція пропорційного мехатронного регулятора тиску ER на ступінчастий вхідний вплив при наповненні вихідних порожнин різних об'ємів

За умови, що зусилля підпору виявляється достатнім, щоб протидіяти силі тиску, яка діє з боку пілотної камери, і зусиллям стиснення пружин, клапан повертається в початковий стан, замикаючи вихідну порожнину і зводячи до нуля рівнодіючу всіх сил, які діють на рухомий поршень.

Дослідження перехідного процесу при скиданні повітря із робочої камери пневмоциліндрів показало, що час перехідного процесу залежить від початкового тиску в порожнині, обсягу внутрішньої порожнини і наявності або відсутності глушника в вихлопному отворі регулятора, що створює додатковий опір течією повітря при скиданні.

Аналіз конструктивних особливостей регулятора показав наступне. Становище рухомого поршня в силовій частині регулятора визначає ефективну площу прохідного перетину, через яку повітря або наповнює робочу порожнину, або скидається з робочої порожнини в атмосферу. Таким чином, можна зробити висновок, що, не зважаючи на наявність в складі регулятора дискретних пристроїв, таких як електропневматичні розподільники, - регулятор тиску в цілому являє собою пропорційний пристрій, який дає можливість відтворювати в функції часу бажаний тиск, пропорційний вхідному електричному сигналу.

Література

1. Казмиренко В.Ф. Электрогидравлические мехатронные модули движения. Основы теории и системное проектирование. Учеб. пос. – М.: Радио и связь, 2001. – 211 с. 39
2. Преобразователи сигналов на операционных усилителях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_n

УДК 621.645: 519.63

Цибрій¹ Ю.О., Грабовський² Г.Г., д.т.н., проф.

1 – Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

2 – ДНВК «Київський інститут автоматики», м. Київ, Україна

МЕХАТРОННА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПЛАВКОЮ ТИТАНУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПО ТЕМПЕРАТУРІ ТА ПО РІВНЮ РОЗПЛАВУ В КРИСТАЛІЗАТОРІ

На сьогодні в Україні титан отримують за допомогою вакуумно-дугової, електрошлакової, плазмової та електронно-променевої плавки (ЕПП) [1]. ЕПП вважається найбільш прогресивною технологією, оскільки титановий зливочок, отриманий таким методом, має найвищу степінь очищення в порівнянні з іншими методами, за рахунок чого непотрібно виконувати переплав зливку багатократно, відсутні жорсткі вимоги до шихтового матеріалу по хімічному та фізичному складу, є можливість активного втручання в технологічний процес.

Однак в порівнянні з існуючими технологіями плавки ЕПП має недостатньо високу продуктивність та є однією з найбільш енергозатратних, питоме енергоспоживання однієї плавки досягає 3 кВт·год/кг. Процес ЕПП також суттєво залежить від впливу людського фактора. Так для виплавки зливку довжиною 1.5 м різними операторами розкид часу становить близько 50 хв (15% від тривалості процесу оплавлення шихти), що в свою чергу призводить до додаткових витрат електроенергії.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності керування процесом виготовлення титанових зливків, що забезпечує зниження питомих енерговитрат, збільшення продуктивності виплавки, покращення якісних характеристик зливків шляхом розробки мехатронної системи управління ЕПП з використанням автоматичного керування зі зворотним зв'язком по температурі розплаву в ПЄ і по рівню розплаву в кристалізаторі.

Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання задачі, пов'язаної з розробкою алгоритму керування обігрівом титанового розплаву в ПЄ зі зворотним зв'язком по температурі та розробкою мехатронної системи керування технологічним процесом ЕПП з використанням зворотного зв'язку по температурі розплаву в проміжній ємності і по рівню розплаву в кристалізаторі.

Для забезпечення зворотного зв'язку по температурі в якості приймача випромінювання запропоновано використовувати відеокамеру з високою роздільною здатністю чи тепловізор [2], яка встановлена поза плавильною камерою і захоплює зображення поверхні ПЄ передає його в блок керування, де воно розбивається на квадрати,