

Міністерство аграрної політики та продовольства України
Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних
наук України
ТОВ «АККО Інтернешнл»

13-а Міжнародна спеціалізована науково-практична конференція

**Тренди Lean-виробництва
та пакування харчової продукції**

Назва конференції у 2012–20 р.:
Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової
продукції – основні засади її конкурентоздатності

17 вересня 2024 р
Виставковий центр «АССО International»
Київ, Україна

Trends in Lean Food Production and Packaging: Proceedings of the 13th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 17, 2024. Kyiv, National University of Food Technologies, 2024.

ISBN 978-966-612-302-5

© NUFT, 2024

Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ. – Київ, НУХТ, 2024. – 206 с.

ISBN 978-966-612-302-5

© НУХТ, 2024

<i>Гончаренко Т.В., Чорна А.І</i> Безпечність пакувальних матеріалів для кондитерських виробів.....	136
<i>Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.</i> Розумні пакувальні рішення з інтеграцією сенсорів для контролю якості та безпеки харчових продуктів.....	139
<i>Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.</i> Мікроелементне збагачення хлібобулочних виробів	141
<i>Rahimov N.K., Kazimova I.H., Maharramova S.I., Mammadalieva M. Kh.</i> Influence of biopolymers on the quality and stability of fortified wines in Azerbaijan.....	143
<i>Maharramova S.I., Omarova E. M., Kazimova I.H., Mammadalieva M.Kh.</i> Principles of enrichment of food products with nutrients.....	144
<i>Сушко В.К., Десик М.Г., Губеня О.О.</i> Удосконалення технологічного процесу виробництва стерилізаційного обладнання на машинобудівному підприємстві малої потужності.....	146
<i>Галенко О.О., Федченко О.В.</i> Перспективи використання м'яса індички в м'ясопродуктах спеціального призначення.....	149
<i>Войтюк Я., Якимчук М.</i> Вдосконалені матеріали та конструкції для пневмомускулів.....	152
<i>Кадомський С.В.</i> Логіка дизайн-процесу проектування екологічного пакування.....	154
<i>Туфекчі В.І., Токарчук С.В., Костін В.Б., Цимбаленко І.О.</i> Вплив параметрів матеріалу на ефективність пневматичних стопорів: дослідження методом скінченних елементів LS-DYNA.....	159
<i>Ольга Кожемяка, Людмила Пешук</i> Білки мікроводорості Chlorella – потенціал застосування в харчових продуктах оздоровчого призначення.....	162
<i>Oleksandr Savchuk, Oleksandr Gavva, Liudmyla Kryvoplias-Volodina</i> Increasing the efficiency of the functional mechatronic module for packaging liquid food products.....	164
<i>Володін С.О., Мирончук В.Г., Бутик Т.В.</i> Оптимізація робочих режимів запірно-регулювальної мережі продуктопроводу на базі позиційних приводів.....	167

Оптимізація робочих режимів запірно-регулювальної мережі продуктопроводу на базі позиційних приводів

Володін С.О., Мирончук В.Г., Бутик Т.В.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Вступ. Одним із критичних аспектів ефективної експлуатації підприємств цукрової галузі є раціональна організація технологічних комунікацій. Зокрема, правильний вибір та конфігурація запірно-регулювальної мережі на основі запірно-регулювальних пристроїв (ЗРП). Актуальними задачами автоматизації харчових підприємств є обґрунтування впливу ЗРП на енергоефективність процесів та загальну продуктивність виробництва. Сучасні ЗРП, оснащені позиційними електропневматичними системами керування, дозволяють досягти високої точності регулювання та гнучкості управління технологічними процесами. Проте, для досягнення оптимальних робочих режимів необхідно розробляти та впроваджувати ефективні методи їхньої оптимізації.

Актуальність дослідження полягає в тому, що динамічні моделі ЗРП з позиційними приводами дозволяють детально проаналізувати поведінку системи в різних режимах роботи та розробити алгоритми управління, спрямовані на мінімізацію енерговитрат, підвищення точності регулювання та стабільності роботи обладнання.

Мета дослідження полягає у виявленні оптимального типу керуючого контуру для запірно-регулювальної мережі (ЗРП), оснащеної різними видами запірної арматури (дискова міжфланцева заслінка, сідельний клапан, кульовий кран) та позиційними електропневматичними системами керування. Порівняльний аналіз пропорційних та дискретних розподільників дозволить визначити найбільш ефективний варіант керування ЗРП з точки зору точності позиціонування, швидкодії, енергоефективності та надійності.

Основна частина. Час спрацювання приводу ЗРП, тобто час повного закриття прохідного перерізу, суттєво впливає на динамічні характеристики технологічного процесу. Зокрема, нестабільність цього параметра, особливо характерна для дискових заслінок, призводить до неконтрольованих змін витратних характеристик робочих середовищ у різних технологічних контурах, що може негативно вплинути на якість продукції та стабільність процесу. Для підвищення точності та швидкодії систем керування ЗРП широко застосовуються позиційні електропневматичні приводи (рис.1), що забезпечують плавне регулювання положення запірної арматури [1-3]. Однак, ефективність таких систем значною мірою залежить від типу використаного розподільника. Пропорційні розподільники дозволяють отримати плавну зміну вихідного сигналу, що відповідає аналоговому характеру багатьох технологічних процесів. З іншого боку, дискретні розподільники генерують ступінчасті сигнали, що можуть бути більш простими в реалізації та забезпечувати високу швидкість спрацювання. Вибір типу розподільника залежить від конкретних вимог до системи керування, таких як точність позиціонування, швидкість відгуку, вартість та надійність. Для адекватного опису динамічних властивостей ЗРП з різними типами розподільників необхідно розробляти математичні моделі, що враховують особливості їхньої будови та принципів роботи. При побудові таких моделей особливу увагу слід приділяти аналізу впливу форми керуючого сигналу на динаміку системи [4]. Так, для пропорційних розподільників характерним є плавний перехід від одного стану в інший, тоді як для дискретних розподільників характерні різкі зміни вихідного сигналу. Незважаючи на це, у деяких випадках для керування ЗРП з пропорційними розподільниками також можуть використовуватися ступінчасті сигнали, що дозволяє спростити алгоритми управління та підвищити їхню стійкість до зовнішніх збурень [5]. Таким чином, вибір оптимального типу розподільника та форми керуючого сигналу є важливим завданням при проектуванні та налаштуванні систем автоматичного керування ЗРП.

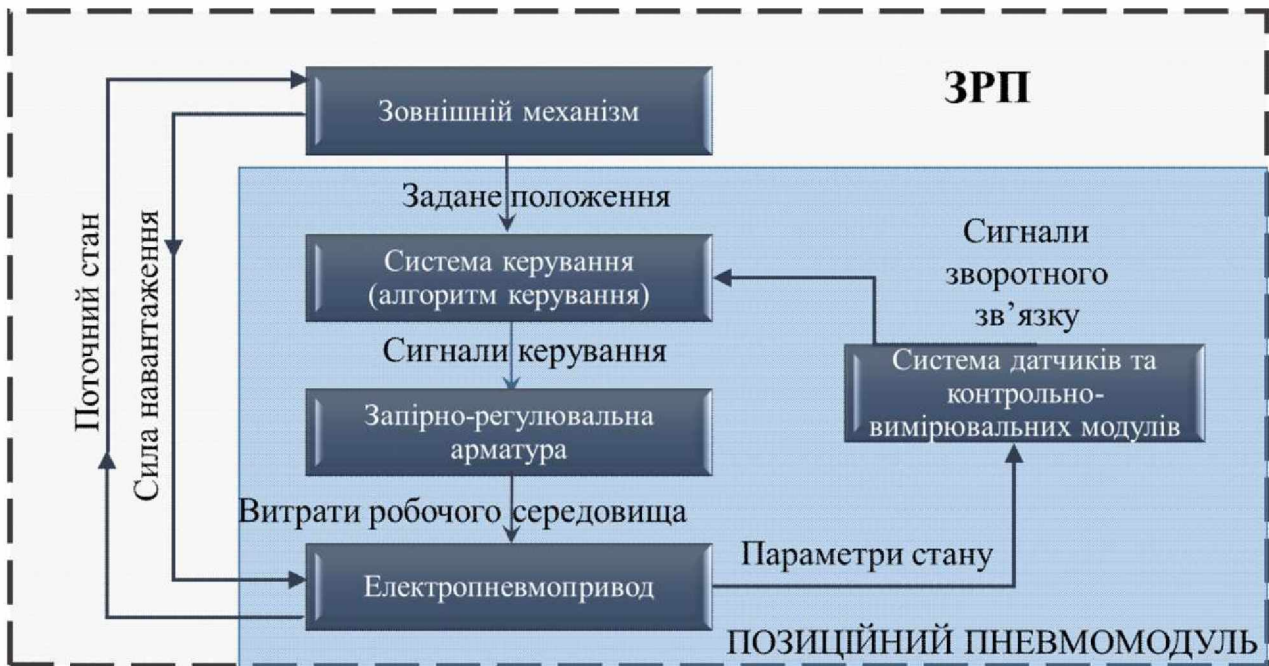


Рисунок 1. Загальна схема взаємодії елементів позиційного пневмомодуля ЗРП та зовнішнього механізму

Проведені чисельні дослідження в авторському програмному комплексі дозволили більш детально проаналізувати роботу ЗРП продуктопроводу та дослідити оптимальні режими керування системою. Один із досліджуваних ЗРП, наведено на (рис.2).

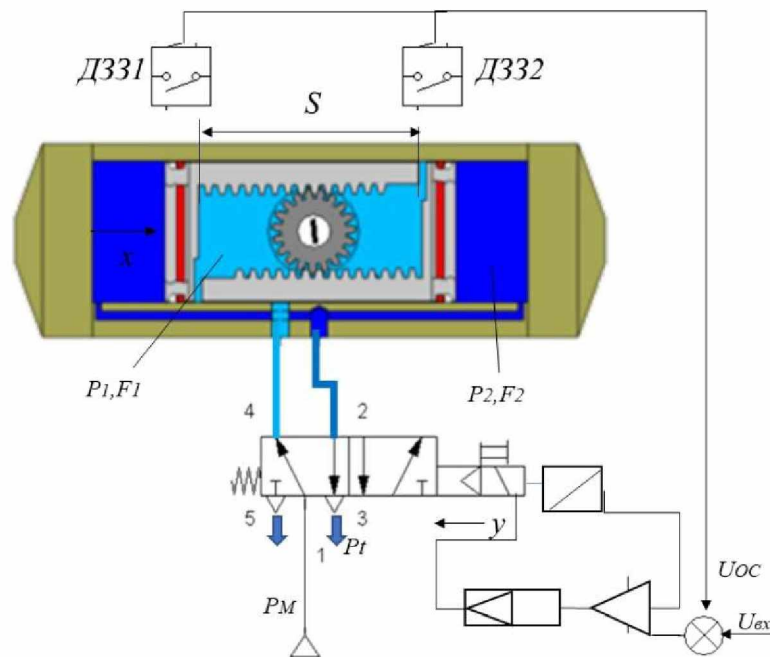


Рисунок 2. Схема автоматичного позиціонування запірної арматури за допомогою електропневматичного приводу:

P_1 – тиск магістральний поршневої порожнини; P_m - тиск підвідної пневматичної магістралі; P_t - тиск відвідної пневматичної магістралі (на вихлопі); $U_{вх}$ - вхідний (керуючий) сигнал, $U_{зз}$ - сигнал зворотного зв'язку, ДЗЗ - пропорційний датчик зворотного зв'язку, ДЗ31 і ДЗ32 - дискретні датчики зворотного зв'язку (індуктивні, механічні, геркони)

Використання пропорційного розподільника в схемі з однорейковим поворотним пневмоприводом забезпечує плавне регулювання положення запірної арматури та високу точність позиціонування. Однак, час спрацювання такого приводу може бути довшим порівняно з дискретними схемами. З іншого боку, дискретні розподільники забезпечують швидке перемикання між двома станами, що дозволяє скоротити час спрацювання, але може призвести до підвищеного зносу елементів приводу та погіршення точності позиціонування. Вибір оптимального типу розподільника залежить від конкретних вимог до системи керування, таких як швидкість відгуку, точність позиціонування та енергоефективність. Крім того, дослідження показали, що для пропорційних розподільників можливе використання як плавних, так і ступінчастих керуючих сигналів, що розширює можливості їх застосування. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних систем керування ЗРП, які дозволяють автоматично вибирати оптимальний режим роботи в залежності від поточних умов.

Висновки

На базі отриманих результатів чисельного моделювання, з'ясовано, що лінійні регулятори та ковзаючі режими у своєму традиційному використанні, мають погані показники якості під час керування нелінійними складними об'єктами, до яких належать ЗРП. Синтез систем керування на підставі цих методик пов'язаний із попередньою побудовою математичної моделі, що враховує безліч чинників. Крім недостатньої інформації про об'єкт керування, до неефективності традиційних алгоритмів керування може призвести і зміна умов роботи: просторового положення запірного елемента, навантаження, додаткового тертя, тиску живлення, випадкової похибки датчиків, тощо. Для керування нелінійними системами в умовах, що змінюються, пропонується використовувати різні сучасні підходи, які можуть застосовуватися як у чистому вигляді, так і в комплексі з традиційними алгоритмами. Результати дослідження із використанням програмного комплексу Simulink, підтвердили якість керування ЗРП адаптивними методами.

Література

1. Saravanakumar, D., Mohan, B., & Muthuramalingam, T. (2017). A review on recent research trends in servo pneumatic positioning systems. *Precision Engineering*, 49. doi:10.1016/j.precisioneng.2017.01.014.
2. Gavva, O., Kryvoplias-Volodina, L., Marinin, A., Tokarchuk, S., Blazhenko, S., & Volodin, O. (2023). Architecture of hybrid mechatronic dosing and packing module of packaging machine based on qualitative analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2 (124), 70–79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286615>
3. Ning, S., Long, Y., Zhao, Y., Liu, J., Bo, X., Lu, S., Gao, J. (2021). Research on micro-liquid dispensing driven by a syringe pump with the consideration of air volume. *Microsystem Technologies*, 27 (10), 3653–3666. doi: <https://doi.org/10.1007/s00542-020-05133-9>
4. Furmann, R., Furmannová, B., Więcek, D. (2017). Interactive Design of Reconfigurable Logistics Systems. *Procedia Engineering*, 192, 207–212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.036>
5. Vazquez-Santacruz, J. A., Portillo-Velez, R., Torres-Figueroa, J., Marin-Urias, L. F., Portilla-Flores, E. (2023). Towards an integrated design methodology for mechatronic systems. *Research in Engineering Design*. doi: <https://doi.org/10.1007/s00163-023-00416-4>