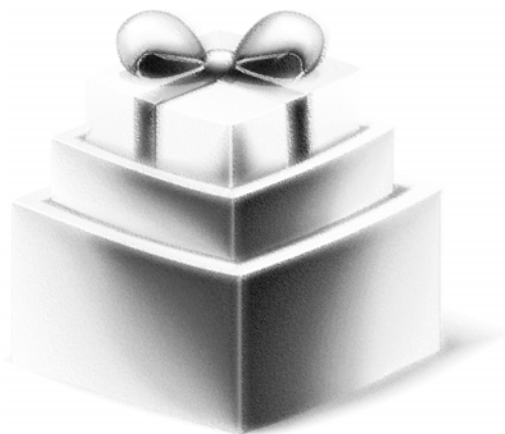


**Міністерство освіти і науки України
Клуб пакувальників України
Національний університет харчових технологій
АТ «Київський міжнародний контрактний ярмарок»**

**Матеріали доповідей
XVII Науково-практичної конференції
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«Новітні технології пакування»**

Додаток до журналу «Упаковка[®]»



За підтримки:



Київ — 2018

Ю.П. Шоловій, к.т.н., Н.І. Магерус, к.т.н. НУ «ЛП», м. Львів Умови витікання дрібнодисперсних сипких матеріалів з конічної лунки бункера під дією вібрації.....	38
Є.В. Бродець, О.М. Гавва, д.т.н., А.В. Деренівська, к.т.н, НУХТ, м. Київ Розроблення та дослідження мехатронного модуля для дозування важкоплинної сипкої продукції шнековим дозатором безперервної дії	42
Б.В. Михайлик, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ Реалізація оптимального закону формування дози рідкої продукції ваговим способом.....	47
О.М. Горчакова, М.В. Якимчук, д.т.н., НУХТ, м. Київ Дослідження мехатронних модулів для дозування рідкої продукції на основі використання пневматичних шлангових затворів	51
О. Онофрійчук, О. Кохан, к.т.н., НУХТ, м. Київ Вплив пакувального матеріалу та способу пакування на зміну кристалічності помадних цукерок на основі глюкози, фруктози, лактози.....	54
О.О. Бойко, к.т.н., С.М. Мироненко, НУХТ, м. Київ Вакуумування в технологіях пакування	58
Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., НУХТ, м. Київ Дослідження функціональних мехатронних модулів у структурі синтезу пакувальних машин	60
В.М. Якимчук, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ Особливості компонування зон робочого сервісного простору робототехнічних комплексів пакування	64
Д.С. Гриценко, к.т.н., ВПІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ Удосконалення механізму привода транспортувальної системи тамподрукарської машини	67
Т.Т. Гнатів, Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., С.В. Токарчук, к.т.н., НУХТ, м. Київ Аналіз динаміки сильфонного пневмоциліндра з інерційним навантаженням.....	69
В.Л. Степчук, Б.П. Валецький, к.т.н., Луцький НТУ Автоматизація розрахунків параметрів та побудови ескізу складського приміщення з фронтальними стелажми	72

Задачами дослідження були процеси взаємодії між окремим функціональним пристроєм пакувальної машини й системою керування зі зниженим енергоспоживанням. У процесі дослідження розглядалося формування двошарової газомісної споживчої упаковки на основі гнучких полімерних матеріалів для вертикальних і горизонтальних пакувальних машин. У середині упаковки продукт підвішується, немов у гамаку, і захищений від пошкодження (рис. 2). Упаковка заварюється з двох кінців, сам продукт оточений невеликою подушкою із суміші інертних газів. У складі пакета – дві газонаповнені каверни, де можуть міститися харчові продукти – хліб, овочі або салати [3]. Як видно з наведеної нижче схеми, порожнина із продуктами перебуває всередині іншої, зовнішньої порожнини, заповненої сумішшю кисню й вуглекислого газу.

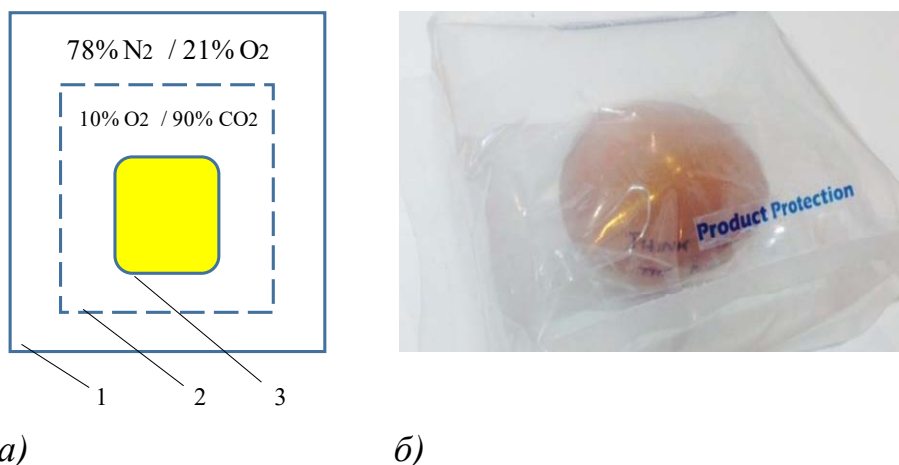


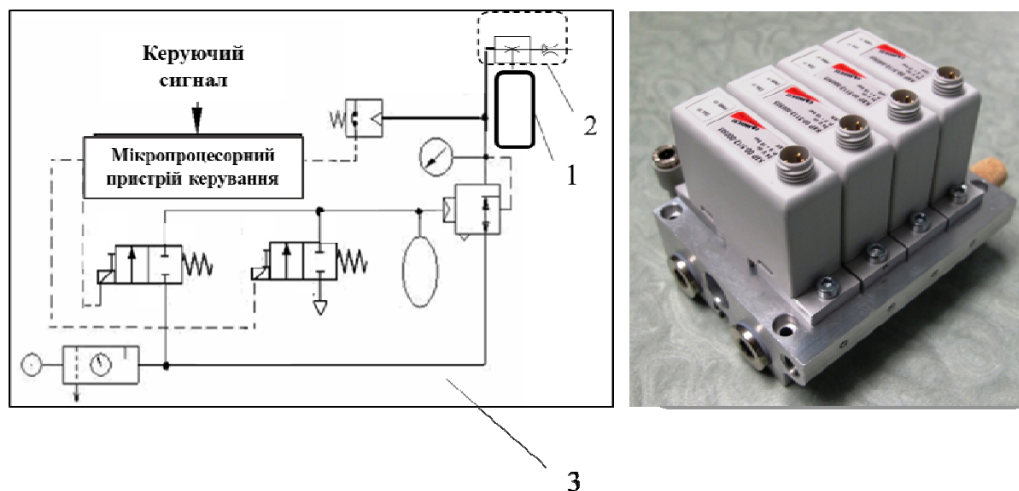
Рис. 2. Двошарова упаковка Double Bubble: структура і склад газового середовища в упаковці (а), де 1 – зовнішній шар упаковки, 2 – внутрішній шар упаковки, 3 – штучний харчовий продукт; зовнішній вид сформованої упаковки (б)

Перший варіант Double Bubble – 10 % кисню і 90 % вуглекислого газу у внутрішній та 90 % кисню і 10 % вуглекислоти в зовнішній порожнинах. Другий – 60 % кисню і 40 % вуглекислоти для внутрішньої, при 80 % кисню і 20 % вуглекислого газу для зовнішньої. Власне каверни з продуктами наповнені інертним газом за допомогою керуючого функціонального блоку (рис. 3) із системою зворотного зв'язку. Маса витрати газу в процесі його підведення сопловим елементом із ресивера описується рівнянням Сен-Венана і Ванцеля [2]. При ізоентропійному витіканні для докритичного режиму справедливе рівняння (1), для надкритичного режиму – залежність (2).

$$G_s = fp_0 \sqrt{\frac{2k}{RT_0(k-1)} \left[\left(\frac{p_{o.c.}}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_{o.c.}}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \frac{p_{o.c.}}{p_0} \geq \beta_{kp}; \quad (1)$$

$$G_s = fp_0 \sqrt{\frac{k}{RT_0} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}, \frac{p_{o.c.}}{p_0} \leq \beta_{kp}; \quad (2)$$

де G_s – масова витрата стисненого повітря (кг/с); f – площа прохідного перетину сопла (m^2); R – питома газова константа, Дж/(кг·К); T_0 – абсолютна статична, повна температура (К); k – показник адіабати.



а)

б)

Рис. 3. Пристрій керування для створення газової суміші всередині упаковки Double Bubble за заданою концентрацією: принципова схема керування одного із чотирьох модулів подачі газу (а), де 1 – ресивер газу, 2 – система ежектор-сопло, 3 – принципова схема керування пристроєм подачі газу; загальний вид пристрою (б)

На рис. 4 представлено результати обчислення витрат через різні соплові пристрої.

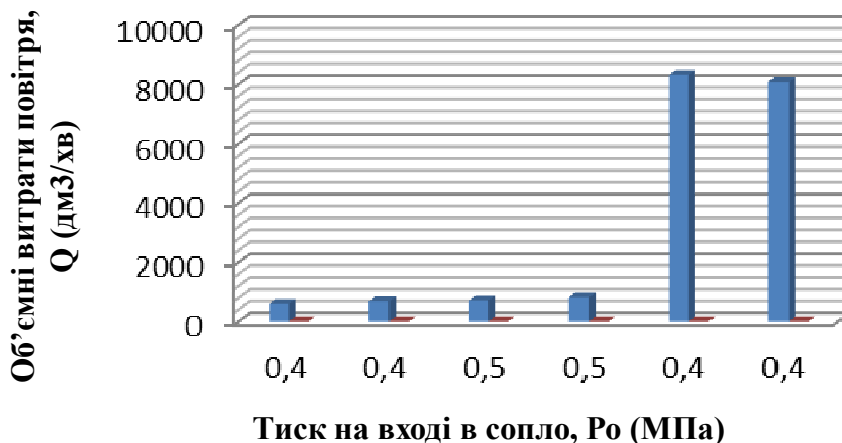


Рис. 4. Гістограма витратних характеристик сопла й відкритої циліндричної насадки за умов, коли задано такі конструктивні параметри: сопло ($P_0 = 0,4$ МПа, $P_0 = 0,5$ МПа, $d = 4$ мм, $d = 14$ мм, $L = 200$ мм); відкритий переріз трубопроводу без звуження на виході

Висновки. На базі проведених досліджень запропоновано модель керування пристроєм системи наповнення споживчої упаковки інертним газом із мікропроцесорною системою. Розроблено алгоритм діагностики

пневмосистеми, визначено умови управління розподілом тиску та параметри системи пневмосопла.

Література

1. *Bhave M., Janardhanan S., Dewan L.* ‘A smart higher order sliding mode control of rigid articulated robotic manipulator with passive joints’ // *Int. J. of Modelling, Identification and Control*. 2015. Vol. 23. No. 3. Pp. 260–266.
2. *Stevenson R., Yang Z., Jairazbhoy V.* Transient Bernoulli flow in multi-port fluid devices with arbitrary geometry // *Appl. Math. Modelling*, in press, doi:10.1016/j.apm. 2006.11.002.
3. *Karnopp D.C., Margolis D.L., Rosenberg R.C.* *System Dynamics, Modeling and Simulation of Dynamic Systems*, third ed. Wiley Interscience, 2000.

Особливості компонування зон робочого сервісного простору робототехнічних комплексів пакування

В.М. Якимчук, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ

Промислові роботизовані комплекси є одним із нових напрямів автоматизації виробничих процесів у пакувальній індустрії. Роботизація технологічних процесів пакування базується на створенні перш за все гнучкого керування багатофункціональних технологічних комплексів як сукупності пов'язаних пристроїв і систем управління в реальному часі. Якісне функціонування цих комплексів вимагає врахування численних особливостей об'єкта регулювання в умовах обмежень зовнішнього середовища. Важливим технічним завданням, що виникає при створенні пакувальних роботизованих комплексів, є підвищення вимог, насамперед до надійності та гнучкості управління. Розв'язання цього завдання на початковій стадії проектування пов'язане з компонуванням. При цьому важливим питанням робототехнічних комплексів є визначення необхідних розмірів зони обслуговування.

У роботі виконано математичне моделювання руху робочих органів для визначення геометричних розмірів маніпулятора за умови відомих розмірів зони обслуговування.

За результатами проведеного аналізу компонування схем можна стверджувати, що сучасні роботизовані комплекси – це багатокоординатні маніпулятори. Типова структурна схема роботизованого комплексу складається з таких систем: механічної, керування, зв'язку з оператором, приводів, інформаційної та операційної (рис. 1).

Механічна система зазвичай виготовлена у вигляді маніпулятора. Конструкцію маніпулятора умовно поділяють на дві групи: лінійна та шарнірно-складальна (рис. 2). Кожна група характеризується ступенем вільності, тобто кількістю площин, у яких може переміщуватись об'єкт.

Маніпулятори лінійного типу мають ступінь вільності до п'яти, а шарнірно-складального – до восьми.



Рис. 1. Типова структурна схема роботизованого комплексу пакування