УДК 621.798

Залета А.О., аспірант
Луцький національний технічний університет, zaleta.andriy@gmail.com

АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОДУЛЯМИ У КОМПОНУВАННЯХ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ ШТУЧНИХ ВИРОБІВ

У структурі будь-якої технологічної машини існують зв'язки між її елементами, які забезпечують її узгоджене функціонування. До найбільш поширених видів зв'язків відносяться кінематичний, пневматичний, енергетичний, інформаційний [1, 2].

Відповідно до виділених типів зв'язків синхронізація роботи між ФМ може досягатися наступними засобами:

– кінематична схема, що відображає зв'язану послідовність кінематичних ланок, яка при передачі руху від його джерела забезпечує виконання всіх необхідних рухів основних і допоміжних органів машини;

– пневмоелектрична схема, яка включає пневматичні і електромагнітні приводи та датчики переміщень, а послідовність функціонування ФМ та синхронність їх роботи забезпечується за допомогою матричних, барабанних або мікроконтролерних програматорів;

– інформаційно-керуюча система, яка включає програмовану систему автоматичного керування, систему датчиків і керованих приводів.

Для виробничого обладнання крім вищевказаних видів зв'язків характерним є також матеріальний зв'язок між ФМ. Зокрема для пакувальних машин (ПМ) він представлений продуктом, що пакується, та пакувальним матеріалом. Проаналізуємо його детальніше. Для цього розглянемо типове компонування машини, яка реалізує пакування штучних виробів шляхом розміщення у рукаві пакувального матеріалу та утворення упаковки типу «флоу-пак» (рис. 1). Технологічний процес пакування виконується у наступному порядку. Пакувальний матеріал 1 проходить через направляючі валки в зону загортання, куди одночасно подається виріб штовхачем 3. Протяжні ролики 4 переміщують рукав пакувального матеріалу разом із виробом на крок, рівний розміру пакованого виробу. В момент зупинки руху рукава зварні губки 5 та 6 змикаються, утворюючи при цьому відповідно поздовжній та поперечні зварні шви. При цьому ножі, вмонтовані в механізм поперечного зварювання 6, відділяють готову упаковку 7 від рукава [3, 4].

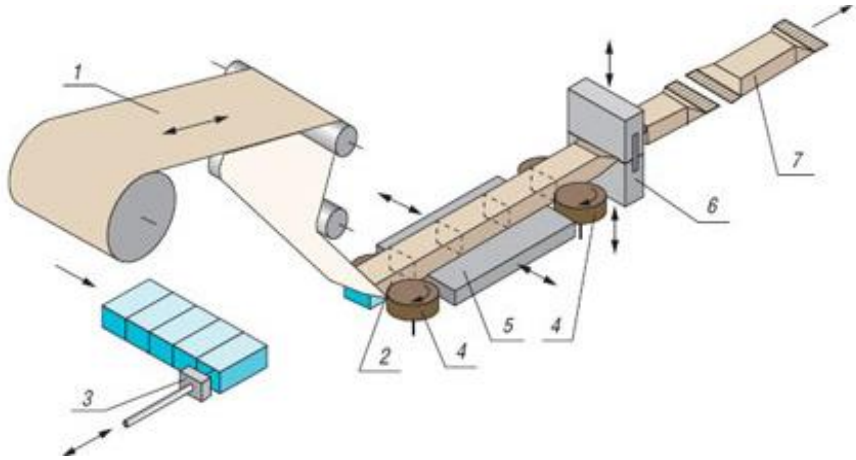

Рис. 1 − Схема дискретного технологічного процесу пакування штучних виробів в упаковку типу «флоу-пак»: 1 − пакувальний матеріал; 2 – плівковий рукав; 3 − штовхач; 4 − механізм протягування рукава; 5 − механізм поздовжнього зварювання; 6 − механізм поперечного зварювання і відрізання; 7 − готова продукція

Для опису структури пакувальної машини застосуємо правила математичного запису зв'язків ФМ між собою: для ФМ, які спрацьовують послідовно (по черзі), з'єднуємо за допомогою знака «·»; ФМ, які працюють паралельно (одночасно), з'єднуємо за допомогою знака «+» [5].

Задаємось кодуванням, яке відповідає послідовності ФМ у ПМ: штовхач – ФМ1; механізм протягування рукава – ФМ2; механізм поздовжнього зварювання – ФМ3; механізм поперечного зварювання і відрізання – ФМ4.

Отримаємо структурну формулу машини виду:

$$\text{ПМ} = (\text{ФМ1} + \text{ФМ2}) \cdot (\text{ФМ3} + \text{ФМ4}) \quad (1)$$

Наступним етапом є аналіз шляху *p*, який виконує кожен рухомий ФМ.

Введемо для опису траєкторії рухів такі позначення:

– за формою: *l* – лінійна, *r* – кругова, *s* – складна;

– за площиною, у якій виконується рух: *h* – горизонтальна, *v* – вертикальна, *hv* – нахилена;

– за характером міжпозиційного переміщення: *d* – дискретний (покроковий) рух, *n* – безперервний рух.

Для окремого відображення траєкторії переміщення матеріального потоку (у вигляді виробів, розміщених у плівковому рукаві, з подальшим утворенням окремих паковань), яке забезпечується транспортуючими механізмами, введемо поняття транспортний модуль (ТрМ).

Доповнимо структурну формулу (1) операторами переміщення та отримаємо:

$$\text{ПМ} = \left[\left(\frac{\text{ФМ1}}{p(l,h,d)} + \frac{\text{ФМ2}}{p(r,h,d)}\right) \cdot \left(\frac{\text{ФМ3}}{p(l,h,d)} + \frac{\text{ФМ4}}{p(v,h,d)}\right)\right] + \frac{\text{ТрМ}}{p(l,h,d)}$$

Структурні формули такого виду дозволяють виконувати перетворення компонувань з подальшою модифікацією обладнання для підвищення ефективності його роботи. Тобто на цьому етапі фактично здійснюється синтез та формалізований опис різних за своїм складом варіантів структури ПМ.

На другому етапі здійснюється перевірка пропонованої множини варіантів за вибраними критеріями. Варіанти, котрі не відповідають заданим вимогам, відкидаються, а ті, що приймаються як технічно можливі, переходять до завершального етапу.

На останньому етапі на підставі отриманої підмножини здійснюється остаточний вибір компонування ПМ.

Список посилань

1. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів : монографія / О. М. Гавва, Л. О. Кривопляс-Володіна, С. В. Токарчук, Л. В. Марцинкевич, О. О. Гавва. – Київ : Сталь, 2023. – 466 с.

2. Створення та модернізація транспортно-технологічних механізмів машин і обладання [Електронний ресурс] : монографія / О. Л. Ляшук, Р. Б. Гевко, В. О. Дзюра [та ін.]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – 167 с.

3. Функціонально-модульне компонування пакувальних машин : монографія / О. М. Гавва, Л. О. Кривопляс-Володіна, С. В. Токарчук та ін. – К.: Сталь, 2015. – 547 с.

4. Гавва, О. М. Пакувальне обладнання в 3 кн. Кн. 1. Обладнання для пакування продукції в споживчу тару / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко. – К. : «Упаковка», 2008. – 436 с.

5. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.