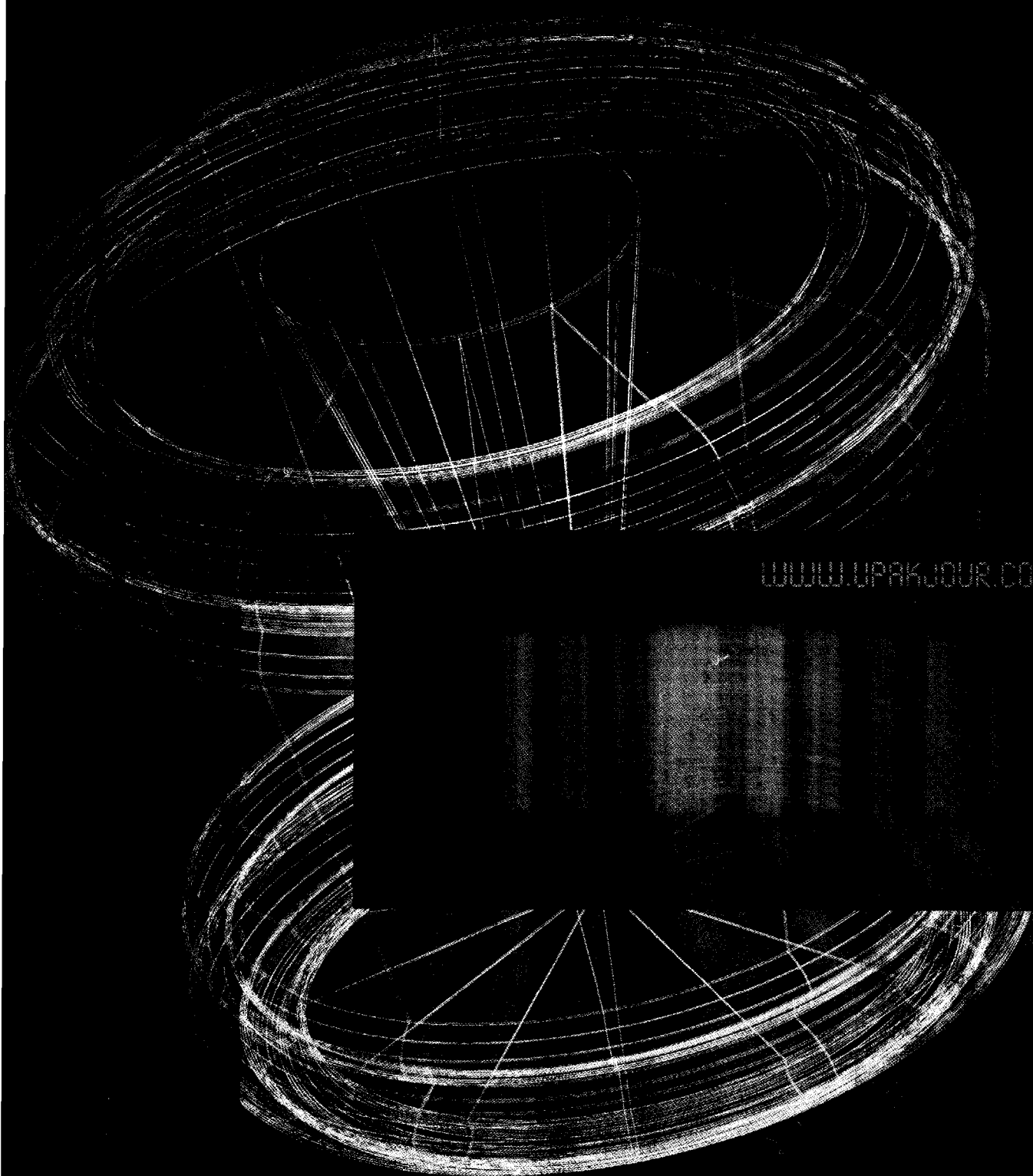


ynaKOBKa™



WWW.UPAKJOUR.COM.UA

12005

Пристрої формування упаковки із термозварних рулонних матеріалів*

О.М. Гавва, д.т.н., А.І. Волчко, к.т.н., М.А. Масло, к.т.н., В.П. Куштан, Національний університет харчових технологій, м. Київ

Пристрій формування рукава із плівки

В основу принципу формування заготовки упаковки в даному пристрої покладено безперервне формування рукава із плівки шляхом її перетягування через нерухомі формуючі пристрої — рукавоутворювачі.

Конструювання подібних пристроїв здебільшого здійснюється на основі експерименту, або у рідкісних випадках методами наближених розрахунків, що не забезпечує в повній мірі виконання потрібної форми і правильного поєднання робочих елементів рукавоутворювача, а також є основною причиною нерівномірного натягу плівки, появи на ній згорток і розривів. Це можна пояснити недостатньою інформованістю розробників пакувального обладнання про наявність відповідного теоретичного підґрунтя. Результати наукових праць, присвячених даним питанням, опубліковані в дисертаціях і малодоступних матеріалах міжнародних наукових конференцій. У даній статті роз-

глянуто основні концептуальні підходи до проектування таких пристроїв.

На рис. 1 наведено схему рукавоутворювача, який забезпечує формування рукава з круглим поперечним перерізом (найширше застосовується у пакувальному обладнанні). Рукавоутворювач складається з вертикальної труби 1, форма поперечного перерізу якої визначає форму рукава, і прямої поверхні 2, а лінія їх перетину — це формувальний контур 3. Напряму поверхню інколи називають «комірць», або «козирок». Для накладання кінців згорнутої в рукав плівки (унапустку) в пристрої присутні язички 4, які обмежуються кривою формувального контуру. Важливу роль у роботі рукавоутворювача відіграють конфігурація формувального контуру 3 і поверхня комірця 2. Основні параметри рукавоутворювача залежать від властивостей пакувального матеріалу, форми упаковки, реологічних властивостей продукції, величини дози продукції і т. ін. Цими факторами пояснюється наявність широкої конструктивної гами рукавоутворювачів.

Сьогодні найбільш широко застосовують два способи виготовлення рукавоутворювачів: спосіб відливання і спосіб згинання.

При виготовленні рукавоутворювачів будь яким способом, потрібно знати криву формувального контуру і конфігурацію прямої поверхні комірця.

Рукавоутворювач потрібно розраховувати і виготовляти таким чином, щоб плівка пакувального матеріалу, який змотується із рулону, прилягала до прямої поверхні комірця 2 і труби 1 і проходила через формувальний контур 3 без появи згорток або розривів. Для цього потрібно, щоб виконувалася основна умова рівномірного натягу плівки пакувального матеріалу по усій її ширині [1,2]:

$$\begin{cases} z = l - l_0 \\ AD = BB_1 \end{cases}, \quad (1)$$

де z — апліката точки C , що знаходиться на формувальному контурі рукавоутворювача; $l_0 = AB$ — довжина відрізка прямої, що з'єднує початкову точку B кривої формувального контуру з точкою A , яка є перетином крайки MN комірця і площини, перпендикулярної до цієї крайки, і проходить через початкову точку B (площина XOZ); $l = DC$ — довжина геодезичної кривої, яка лежить на прямої поверхні комірця і з'єднує прийняту для дослідження точку C із точкою D на крайці комірця; BB_1 — довжина проекції дуги кривої BC на поперечний переріз труби рукавоутворювача (в даному випадку циліндра).

Другою умовою якісного утворення рукава із плівки є наявність у прямої поверхні комірця плоского елемента, який прилягає до вершини труби рукавоутворювача, тобто до точки, яка є верхнім кінцем максимальної твірної труби рукавоутворювача [1].

Умова (1) буде виконана, якщо поверхні комірця і циліндричної частини труби будуть розгорнутими, а лінією поділу цих поверхонь на спільний розгортці є лінія формувального контуру.

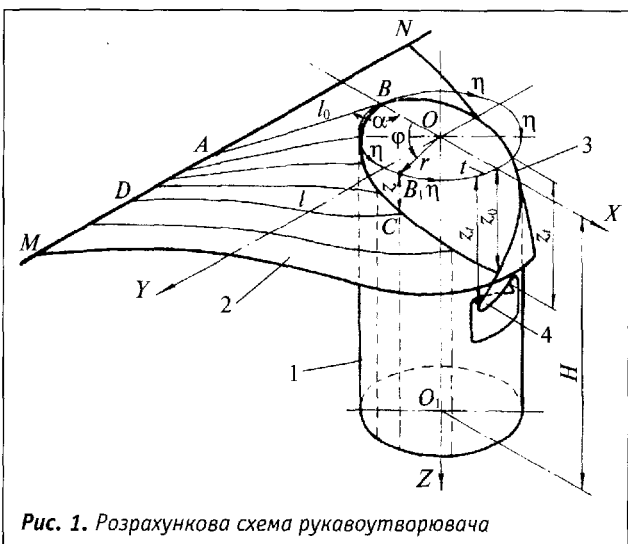
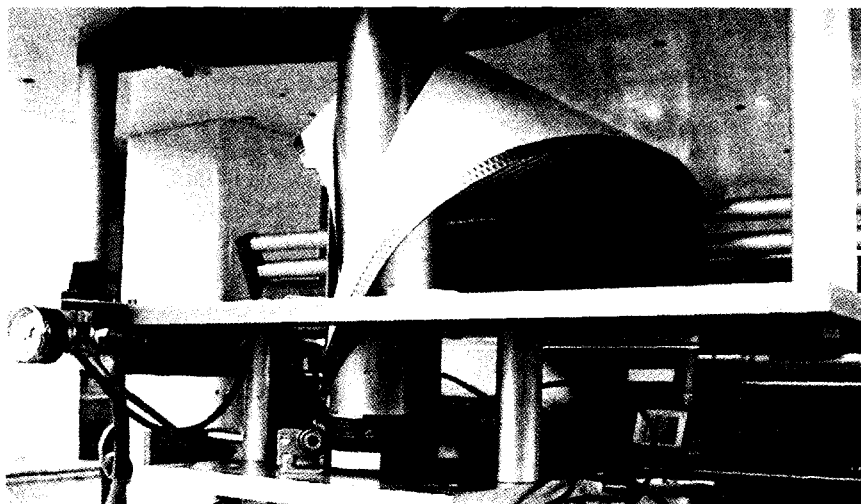


Рис. 1. Розрахункова схема рукавоутворювача

* Закінчення. Початок в журналі «Упаковка», 2005 г., № 1, С. 30–32.



Властивості розгорнутих поверхонь (тобто циліндричних, конічних або таких, що визначаються геометричним місцем дотичних безперервної простої кривої) досліджуються в області диференціальної геометрії. Відомо також, що подвійні комбінації розгортних поверхонь, які перетинаються, можна розгортати в суцільний лист без напруги, якщо стична площина у будь-якій точці кривої перетину буде ділити навпіл двограний кут між дотичними площинами прийнятих розгортних поверхонь у цій точці. Таких комбінацій розгортних поверхонь може бути безмежна кількість, а тому неможливо математично описати конкретну конфігурацію такої поверхні.

При виконанні розрахунків рукавоутворювачів одна з розгортних поверхонь задана або відома. Здебільшого це конфігурація труби, тобто поперечний переріз рукава. Таким чином, використання властивостей розгортних поверхонь дає можливість за прийнятої кривої перетину, тобто кривої формувального контуру, визначити конфігурацію розгортної поверхні комірця. Крім цього, під час конструювання рукавоутворювачів виникає потреба використовувати комбінації не тільки подвійні, але із будь-якої кількості розгортних поверхонь. А тому крива формувального контуру повинна відповідати додатковим умовам.

В області розробки теорії, методів конструювання і технології виготовлення рукавоутворювачів для пакувального обладнання відомі наукові праці таких

вчених: О.М. Арапова, В.Ю. Жидоніса, В.М. Трубнікова, А.А. Марчукайтене, М. Frenzel, J. Kopp, К.Р. Linow, D.R. Middour та ін. [3].

Теоретичні нароби в області розрахунків рукавоутворювачів умовно можна поділити на два напрями. Перший: розраховується крива формувального контуру, а конфігурація прямої поверхні комірця визначається або числовим методом, або експериментальним. Другий: задається вид прямої поверхні комірця, а крива формувального контуру визначається із умови, що відповідні контури комірця і труби рукавоутворювача на загальній розгортці повинні співпадати. Як встановлено дослідженнями В.Ю. Жидоніса, перший напрям теоретичних розробок охоплює найбільш загальні випадки і розроблена теорія прийнятна для застосування під час проектування широкого кола рукавоутворювачів. Другий напрям є частковим випадком, але розроблена теоретична база є правильною і може бути використана для практичного застосування.

Як приклад на рис. 2 наведено розгортку комірця, одержану за умов: труба виконана у вигляді циліндра, а крива перетину циліндричної поверхні і комірця має вигляд параболи. Для прийнятих вихідних даних одержані такі залежності [4]:

$$z(\eta) = (k_B/\pi^2) \cdot \sigma \cdot \varphi^2, \quad (2)$$

де σ — ширина рукава, визначається як $\sigma = \pi \cdot r$; r — радіус внутрішньої по-

верхні циліндричної частини рукавоутворювача; $k_B = z_0/\sigma$; z_0 — апліката максимального значення координати Z на формувальному контурі; φ — поточне значення кута змінення положення радіус-вектора r у поперечному перерізі циліндра.

Для заданої конфігурації рукавоутворювача максимальне значення кута нахилу плоского елемента комірця до поверхні труби можна визначити за виразом:

$$\alpha = \arcsin(2k_B/a_1) + \arcsin[(k_B/a_1) - (\pi(1+k_i))/(3a_1 \cdot k_1)], \quad (3)$$

де $a_1 = \sqrt{\pi^2 + 4k_B^2}$; $k_i = t/\sigma$; $k_1 = l_0/\sigma$; t — технологічне подовження крайки комірця MN відносно ширини плівки — 2σ .

Наведений приклад є найпоширенішим. Для більш складних конфігурацій поперечного перерізу труби (овал, прямокутник тощо) застосовується складний математичний апарат, який потребує застосування ПЕОМ.

На кафедрі технічної механіки і пакувальної техніки Національного університету харчових технологій розроблена програма для ПЕОМ, що дозволяє за заданих даних одержувати креслення розгортної поверхні рукавоутворювача.

Не менш доречним є застосування теорії рукавоутворювача при конструюванні багатопотокових рукавоутворювачів з будь-якою формою рукава з одного рулону пакувального матеріалу [5]. Комірець таких рукавоутворювачів складається з композицій плоских і циліндричних елементів.

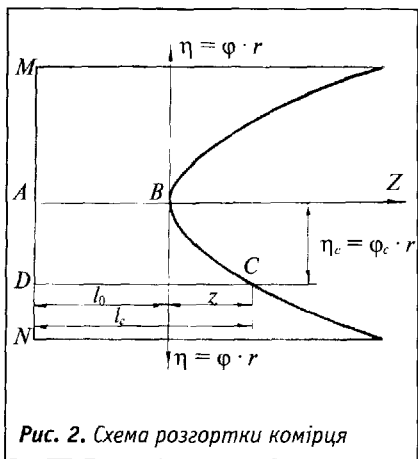


Рис. 2. Схема розгортки комірця

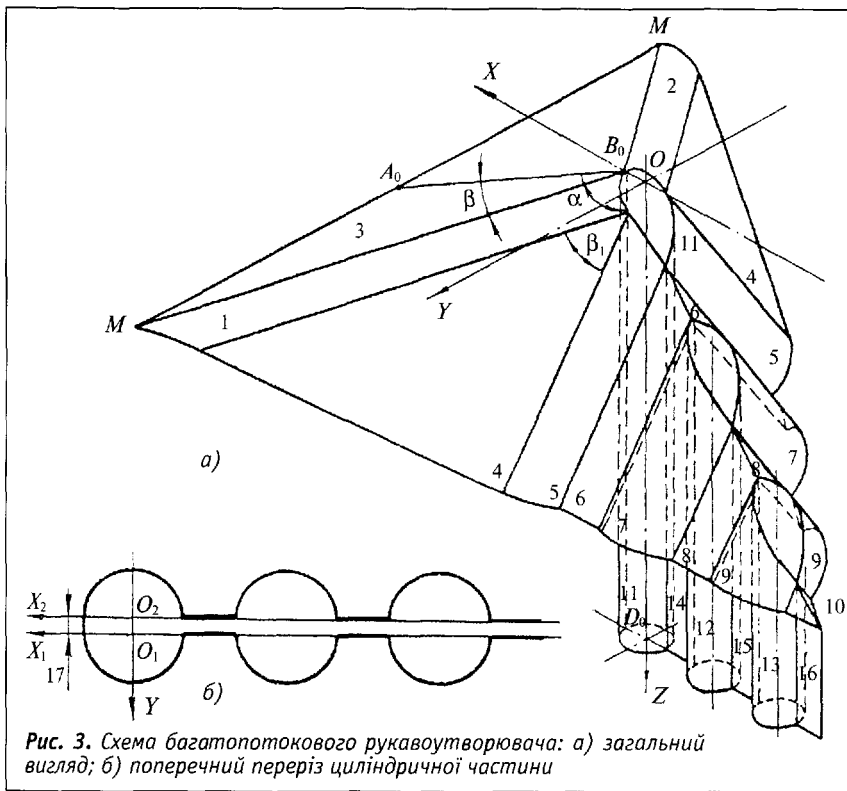


Рис. 3. Схема багатопотокового рукавоутворювача: а) загальний вигляд; б) поперечний переріз циліндричної частини

Кут β (рис. 3) плоского елемента при вершині, що лежить у площині YOZ , можна приймати таким, щоб твірна другої циліндричної поверхні коміря була паралельна площині YOZ . Тоді прямолінійні твірні коміря будуть паралельними і така циліндрична поверхня може скласти всю іншу частину поверхні коміря багатопотокового рукавоутворювача.

Криву формувального контуру багатопотокового рукавоутворювача можна визначити за формулою [5]:

$$z(\eta) = C_4 + C_3 \cdot \eta + C_1 \cdot y(\eta) - C_2 \cdot x(\eta), \quad (4)$$

де $C_1 = \text{tg} \beta / (1 + \cos \alpha)$; $C_2 = \sin \alpha / (1 + \cos \alpha)$; $C_3 = -C_1$; $C_4 = 0,5 \cdot d_{21} \cdot C_2$; $x(\eta)$, $y(\eta)$ — координати відповідної точки кривої формувального контуру відносно параметру η ; η — довжина дуги труби від початкової точки B_0 ; $0,5 \cdot d_{21}$ — частина осі OX , обмежена віссю OY і початковою точкою B_0 ; α, β — кути плоского елемента при вершині рукавоутворювача.

Кут β_1 плоского елемента 4 (рис. 3) можна визначити:

$$\text{tg} \beta_1 = (\sin \alpha (1 + \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \text{tg} \beta + \text{tg}^2 \beta)) / (\cos \alpha (1 + \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \text{tg} \beta + \text{tg}^2 \beta) + \text{tg}^2 \beta). \quad (5)$$

Комірець складається з опуклої і вигнутої частин, а тому для утримання плівки в деяких місцях потрібно встановлювати притискні елементи або інші додаткові пристосування.

Наведений аналіз конструктивних виконань пристроїв формування упаковки із рулонних термозварних пакувальних матеріалів, а також методик їх розрахунку дозволяє ефективно застосовувати науково обґрунтовані методи створення і вдосконалення таких пристроїв. Поряд із цим розроблені конструкції пристроїв потребують додаткової перевірки для мінімізації зусиль, необхідних для протягування плівки через формоутворювачі з урахуванням систем подачі і режиму роботи машини.

Література

1. Аранов А.Н. Конструирование рукавообразователей для упаковочных автоматов пищевых продуктов // Известия высших учебных заведений. — № 3. — 1972. — С. 145–148.
2. Трубников В.М. Вывод и применение формул для цилиндрико-конусных комбинаций с нерасщепляющейся линией пересечения // Труды Воро-

нежского технологического института. — Воронеж. — 1970. — Т. XVII. — Выпуск 2.

3. Жидонис В.Ю. Обзор теорий конструирования рукавообразователей к упаковочным автоматам и ближайшие задачи исследований в данной области // Материалы I-й Всесоюзной научной конференции «Основные задачи теории конструирования и исследования упаковочных автоматов». — Каунас. — 1972. — С. 83–85.

4. Жидонис В.Ю. Инвариантный расчет устройства для образования рукава с поперечным сечением в виде окружности // Материалы XXI Республиканской научно-технической конференции. — Каунасский политехнический институт. — 1971. — С. 136–139.

5. Марчукитене А.А., Жидонис В.Ю. Теоретические основы конструирования многопоточных рукавообразователей // Материалы II-й Всесоюзной научной конференции «Основные задачи теории конструирования и исследования упаковочных автоматов». — Каунас. — 1975. — С. 174–177.

Forming arrangements for packaging made of heat-sealing roll materials

O.M. Gavva, Dr., A.I. Volchko, Dr., M.A. Maslo, Dr., V.P. Kushtan, State university of food technologies, Kyiv

The heat-sealing packaging materials application promotes the consumers packaging production process and allows to create the technical complexes in which the packaging production are made along with the produce operations packing. Here is given, in the article, the analysis of existent means, construction diagrams and calculation methods of arrangements geometric parameters for packaging made of heat-sealing roll materials. In order to minimize forces to the film pulling through the supplying system and through the packaging billet forming arrangement, the realization of arrangements real construction diagrams requires the additional researches.