

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КЛУБ ПАКУВАЛЬНИКІВ УКРАЇНИ  
ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР «УПАКОВКА»

# **XI Всеукраїнська студентська науково-практична конференція з проблем пакувальної індустрії**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
Додаток до журналу «Упаковка»®

8 листопада 2016 р.  
(м. Київ, Національний університет  
харчових технологій)



Київ

<b>Моделювання гідрогазодинамічних процесів у системі соплових пристроїв у процесі пакування</b> <i>А.М. Маслянюк, н. кер. – проф. О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ.....</i>	<i>27</i>
<b>Дослідження явищ затороутворення і розформування масивів виробів циліндричної форми</b> <i>О.В. Зродніков, н. кер. – проф. А.І. Соколенко, д.т.н., НУХТ, м. Київ.....</i>	<i>30</i>
<b>Дослідження ефективності роботи пневмопривода з функцією рекуперації енергії в дозувально-фасувальних пристроях пакувального обладнання</b> <i>Л.В. Луценко, н. кер. – доц. М.В. Якимчук, д.т.н., НУХТ, м. Київ.....</i>	<i>33</i>
<b>Зменшення енергоємності обладнання для пакування групи виробів у термозбіжну плівку</b> <i>П.В. Лук'янчук, н. кер. – Д.В. Бондарчук, ЛНТУ, м. Луцьк.....</i>	<i>36</i>
<b>Обґрунтування роботи мембран кришок консервної скляної тари</b> <i>В.І. Копанєв, н. кер. – проф. О.В. Ватренко, д.т.н., ОНАХТ, м. Одеса.....</i>	<i>38</i>
<b>Дослідження процесу закупорювання ПЕТ пляшок гвинтовими поліетиленовими пробками</b> <i>В.Б. Яблонський, н. кер. – доц. Ю.П. Шоловій, к.т.н., НУ «ЛП», м. Львів.....</i>	<i>40</i>
<b>Термін придатності продукту як засіб управління товарообігом у роздрібній мережі</b> <i>Г.О. Дворнікова, н. кер. – доц. Г.М. Колоскова, к.т.н., НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків.....</i>	<i>43</i>
<b>Дослідження якості пакування в трасологічній експертизі коньяків України</b> <i>П.Л. Різак, н. кер. – доц. Л.Ю. Крестьянполь, к.т.н., ЛНТУ, м. Луцьк.....</i>	<i>45</i>
<b>Дослідження динаміки руху ПЕТ пластівців у лініях переробки упаковки з ПЕТ</b> <i>Т.Т. Гнатів, н. кер. – доц. Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., НУХТ, м. Київ....</i>	<i>48</i>

## Обґрунтування роботи мембран кришок консервної скляної тари

*В.І. Копанев, науковий керівник – проф. О.В. Ватренко, д.т.н., Одеська національна академія харчових технологій*

Світовий ринок харчових продуктів висуває досить жорсткі вимоги до захисних властивостей упаковки, особливо для продуктів тривалого зберігання та дитячого харчування, часто упакованих у скляну тару. Такі вимоги нерідко суперечать загальносвітовим тенденціям щодо ресурсозбереження та зменшення матеріалоемності упаковки.

Поширеним засобом фіксації початкового відкриття упаковки та герметичності системи закупорювання скляної тари є спеціальний рельєф центральної частини поля металевих кришок, відомий як «контрольна кнопка». Цей рельєф являє собою пружну мембрану, розташовану в центрі поля кришки. Мембрана виконує функцію індикатора, який залежно від її стану – втягнутого або опуклого – свідчить про наявність або відсутність в упаковці вакууму, а, отже, про герметичність упаковки та сигналізує про її початкове відкриття.

Мета цієї статті полягає у визначенні характеристик деформації мембран залежно від зміни початкового прогину жерсті, розробці експериментальної установки для дослідження функціонування мембран кришок в лабораторних умовах та оцінці роботи математичної моделі, за допомогою якої здійснювалося моделювання.

У роботі розглянуто особливості функціонування мембран протягом закупорювання та оброблення харчової продукції в скляній упаковці та в процесі зберігання готової продукції. Описано роботу мембран за принципом контрольованої втрати стійкості з наступним відновленням початкової форми, яке супроводжується звуковим сигналом. Відповідно мембрана може перебувати у двох станах рівноваги. Перший відповідає опуклому стану, коли навантаження знаходиться в межах від 0 до  $P_2$  (тиск розвантаження). Другий відповідає стану втрати стійкості, коли навантаження знаходиться в межах критичних значень від  $P_1$  (тиск втрати стійкості) і більше до  $P_2$ .

Розроблено схеми експериментальних установок для дослідження функціонування мембран в умовах контрольованої втрати стійкості під час закупорювання та зберігання харчової продукції та для дослідження функціонування мембран в умовах перепаду тиску, який виникає в процесі теплової обробки консервів.

У роботі виконано моделювання деформаційної поведінки мембран металевих кришок консервної скляної тари під час зберігання та оброблення пакованої продукції. Моделювання виконано на базі рівняння:

$$\frac{8}{3}Df - \frac{PR^4}{24} + \frac{1}{28}E\delta(f^3 - 3f^2f_{nc} + 2f_{nc}^2f) = 0, \quad (1)$$

де  $D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$  – циліндрична жорсткість мембрани;  $E$  – модуль нормальної

пружності матеріалу мембрани;  $\delta$  – товщина мембрани;  $f_{nc}, f$  – початковий та

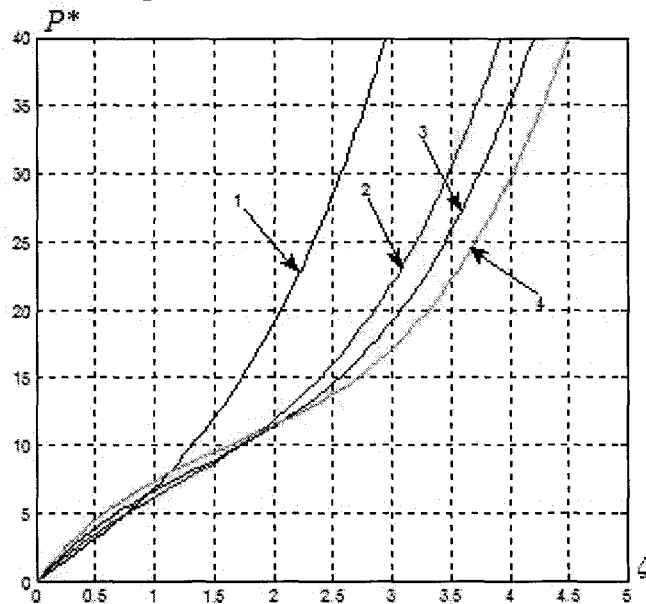
додатковий прогини центра мембрани;  $R$  – радіус контура мембрани;  $P$  – навантаження на мембрану.

Після перетворень основне розрахункове рівняння (1) було подано в загальній формі кубічного рівняння:

$$\zeta^3 - 3\zeta_{nc}\zeta^2 + 2\left(\zeta_{nc}^2 + \frac{28}{9} \frac{1}{1-\mu^2}\right)\zeta - \frac{7}{6}P^* = 0, \quad (2)$$

де  $\zeta_{nc} = \frac{f_{nc}}{\delta}$  та  $\zeta = \frac{f}{\delta}$  – початковий та додатковий безрозмірні прогини центра мембрани;  $P^* = \frac{PR^4}{E\delta^4}$  – безрозмірний тиск на мембрану.

Комп'ютерне моделювання виконувалось в середовищі MATLAB R2008a. На основі формули кубічного рівняння було розроблено комп'ютерну програму для розрахунку  $\zeta$  та  $P^*$ . На рисунку показано характеристики роботи мембран кришки ТО-82 для деяких значень початкових безрозмірних прогинів  $f_{nc2} = 0,20$  мм,  $\zeta_{nc2} = 1,11$ ;  $f_{nc3} = 0,25$  мм,  $\zeta_{nc3} = 1,39$ ;  $f_{nc4} = 0,30$  мм,  $\zeta_{nc4} = 1,67$ , а також характеристику мембрани з нульовим  $f_{nc1} = 0$  мм,  $\zeta_{nc1} = 0$  початковим прогином.



**Рисунок.** Залежність між тиском та прогином для мембран металевих кришок з початковими прогинами: 1 –  $\zeta_{nc1} = 0$ ; 2 –  $\zeta_{nc2} = 1,11$ ; 3 –  $\zeta_{nc3} = 1,39$ ; 4 –  $\zeta_{nc4} = 1,67$

### Висновки

1. Деформаційні характеристики мембран показують, що порушення монотонності ходу кривої означає появу нестійкого режиму роботи, який є режимом контрольованої втрати стійкості.
2. Модель у якісному плані відповідає описаній вище загальній картині роботи мембран і може використовуватись для удосконалення мембран та пояснення їх роботи.