

УДК 621.789

ПЛАХОТНИЙ І. А., магістрант; СОКОЛЬСЬКИЙ О. Л., к.т.н., доц.  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ДВОСТАДІЙНЕ ТЕРМОУСІДАННЯ ПОЛІПРОПІЛЕНОВОЇ ТЕРМОУСАДНОЇ ПЛІВКИ

Наведено результати експериментальних досліджень двостадійного термоусідання поліпропіленової термоусадної плівки. Визначено залежності коефіцієнта усідання поліпропіленової плівки в поперечному та поздовжньому напрямках від температури. Порівняно одно- і двостадійне термоусідання.

**Ключові слова:** термоусідання, поліпропіленова плівка, паковання.

© Плахотний І. А., Сокольський О. Л., 2014.

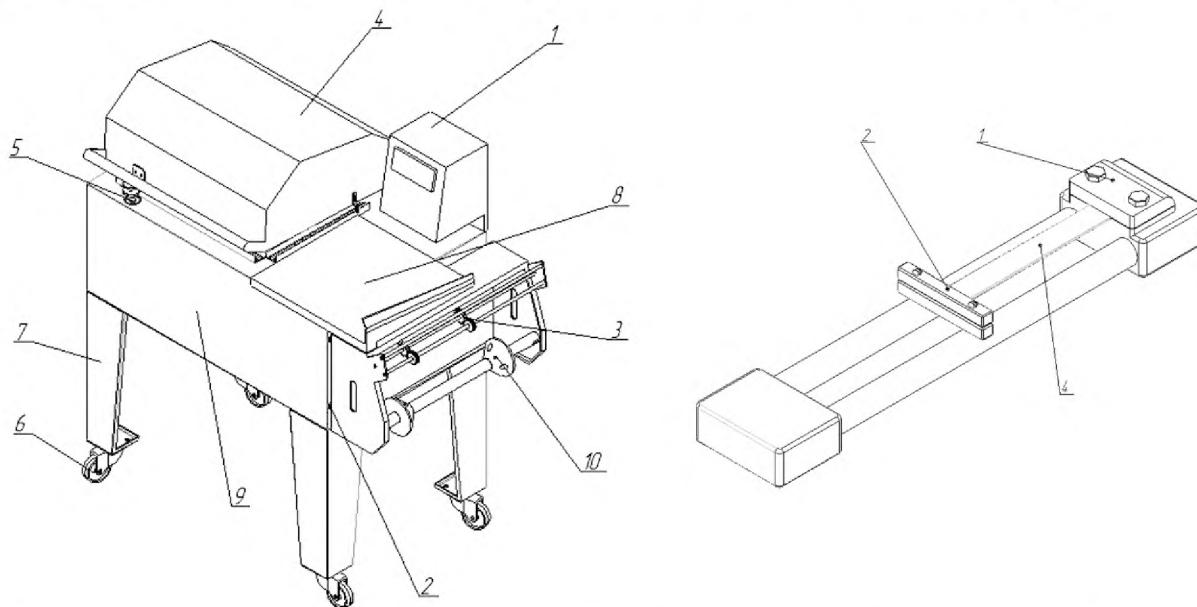
**Постановка проблеми.** Термоусадними називають полімерні плівки, здатні скорочуватися під впливом температури, що перевищує температуру розм'якшення полімеру. Різні полімери мають різні властивості при усіданні, серед яких найбільш важливими є ступінь (коєфіцієнт) усідання та напруження при усіданні. Коефіцієнт усідання визначає кратність зменшення лінійних розмірів термоусадної плівки, завдяки чому вона отримує здатність щільно облягати продукцію, що упаковується, відтворюючи її зовнішні контури.

Упаковування виробів у термоусадну плівку складається з двох етапів [1]:

- формування паковання запаюванням у термоусадну плівку;
- усадка плівки обдуванням гарячим повітрям у термокамері чи термотунелі.

**Метою статті** є визначення коефіцієнта усідання термоусадної плівки з поліпропілену в поперечному та поздовжньому напрямках за різної температури процесу.

**Виклад основного матеріалу.** Поперечне та поздовжнє термоусідання зразків плівки з поліпропілену (ПП) марки BIPAN GT300 (Україна) досліджували в термоусадній камері (рис. 1). Зразок плівки закріплювали в пристосуванні (рис. 2), уміщенному в термоусадну камеру. Усадження досліджували за робочих температур 165, 170 і 175 °C. Після закінчення термоусідання визначали коефіцієнт усідання зразка  $K_{yc} = (L_0 - L)/L_0 \cdot 100 \%$ , де  $L_0$  – початковий розмір зразка плівки, м;  $L$  – розмір зразка після усідання.



1 – блок управління; 2 – механізм пересування робочого столу;  
3 – механізм натягу плівки; 4 – кришка робочої камери;  
5 – електромагніт; 6 – колесо для пересування; 7 – ніжска;  
8 – робочий стіл; 9 – корпус; 10 – механізм подачі плівки

1 – нерухома губка, 2 – рухома губка,  
3 – термоусадна плівка

**Рис. 1 – Термоусадна камера**

**Рис. 2 – Допоміжне пристосування**

Установлено, що під час вільного усідання плівки з поліпропілену з підвищеннем робочої температури коефіцієнт усідання зростає (рис. 3). Це зумовлене тим, що вища температура збільшує рухливість молекулярних структур плівки, дозволяючи їм частково повернутися з лінійно орієнтованої до термодинамічно вигідної глобуллярної структури.

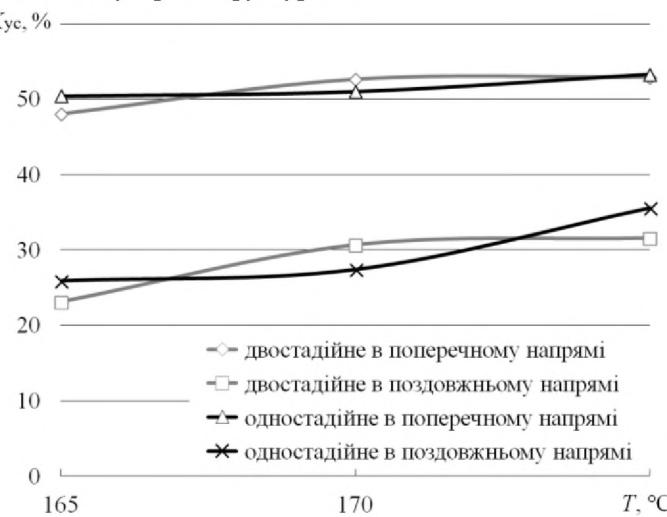


Рис. 3 – Залежність коефіцієнта усідання від температури

На другій стадії здійснюють власне упаковування усіданням на попередньо сформовану заготовку. Товщина плівки стає більш рівномірною без небезпеки розривів, а продукція не піддається зайвим навантаженням, зберігаючи свою форму.

Під час експерименту плівку досліджуваної марки спочатку витримували в термоусадній камері протягом 2 с, а після охолодження – ще 5 с. Після термоусаднення визначали коефіцієнт усідання після першої стадії та загальний. Установлено: коли тривалість першої стадії перевищує 2 с, подальша усадка є незначною; коефіцієнт усідання за температури понад 170 °C майже не змінюється; у разі термоусадження плівки за одну стадію коефіцієнт усідання зростає з підвищеннем температури, тоді як за двостадійного – найвищий коефіцієнт відповідає температурі 170 °C; загальні коефіцієнти усідання за двостадійного процесу відрізняються від одержаних за одностадійного теромусадження несуттєво.

**Висновок.** Двостадійне термоусідання поліпропіленової плівки забезпечує одержання більш рівно товщиною паковання, сприяючи збереженню його вмісту. Тривалість першої стадії рекомендовано вибирати рівною 2 с, тривалість другої – 5 с. Робоча температура має становити 170 °C. Напрямом подальших досліджень має стати побудова математичної моделі усідання.

#### Список використаної літератури

1. Гавва О. М. Пакувальне обладнання / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2010. – 583 с.
2. Заявка №2014 03610 Україна. МПК В 29 С 61/02. Спосіб упаковування в термоусадну полімерну плівку / О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонок, І. А. Плахотний. – Заявл. 08.04.2014.

Надійшла до редакції 02.04.2014.

Sokolskyi O. L., Plahotniy I. A.

#### TWO-STEP SHRINKAGE OF POLYPROPYLENE SHRINKING FILM

Shrinkage called polymer films capable to contract under the influence of a temperature exceeding the softening temperature of the polymer. Different polymers have different properties at shrink, among which the most important is the shrink degree (shrink coefficient) and shrink stress. Shrink coefficient determines the multiplicity of reducing the linear dimensions shrink film, so that it gets the ability to tightly encircle the products subject to packaging, reproducing its outer contours.

*The process of packaging products in shrink film consists of two phases: formation package by sealing it in shrink film; shrinkage of the film through its blowing hot air. Hot air is blowing of package realizing by heat chamber or by heat tunnel.*

*The aim of the paper is to investigate the shrink coefficient polypropylene film in the transverse and longitudinal directions, depending on the process temperature.*

*During the implementation of the shrink method in case the object is subjected packing, sharp transitions or sharp edges possible undesirable deformation and/or damage to the object itself, or injury (up to fracture) packaging film (that is destroying the integrity of the package), it would be appropriate to use a two-step incremental shrinkage. Stepwise shrinkage was carried out in two stages: the first stage of the film was in the heat chamber 2 s, and at the next shrink stage – 5 s. In carrying out the experiment was seen addiction at the time that the first shrink stage exceeding 2 s, the relaxation of the film makes it almost fully realized and further shrinkage is negligible. After finishing shrinkage processes coefficient determined after the first stage and the overall shrink and total in the transverse and longitudinal directions, depending investigated transverse and longitudinal coefficients shrink temperature.*

*A comparison of the experimentally obtained graph of the one-step and two-step in shrink follows that when shrink film at one stage, shrink ratio is increasing with increasing operating temperature, whereas the two-stage shrink biggest factor shrink was obtained at a temperature 170°C . The total shrink degree in two-stage process is almost the same as in the one-step shrink.*

**Keywords:** polymeric pipe, cooling, thermal and mechanical condition, efficiency.

#### **References**

1. Gavva O. M. Pakovalne obladnannya [Packaging equipment] / O. M. Gavva, A. P. Bespalko, A. I. Volchko, O. O. Kohan. — K. : IAC «Upakovka», 2010. – 583 p.
  2. Zaivalka u2014 03610 Ukraine. MPK B 29 C 61/02. Sposib upakovuvannia v termousadnu polimernu plivku [Method of packing in shrinkage polymer film] / O. L. Sokolskyi, I. O. Mikulonok, I. A. Plakhotnyi. – Zaival. 08.04.2014.
- 

УДК 621.793.7

**СМИРНОВ І. В., д.т.н., доц.**

**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»**

## **ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТИКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ПЛАКОВАНОГО ПОРОШКУ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ**

*Експериментально досліджено корозійну стійкість покріttів, отриманих плазмовим напилюванням порошку оксиду алюмінію плакованого двошаровими оболонками з титану, алюмінію або міді на сталеву та магнієву основу. Проведена термодинамічна оцінка взаємодії оксиду алюмінію з металевими оболонками при плачуванні. Встановлено вплив плакованих порошків на мікроструктуру та пористість плазмових покріttів і зміну поляризаційного опору під час випробувань в рідких агресивних середовищах.*

**Ключові слова:** плазмові покріttя, плакований порошок, корозійна стійкість, поляризаційний опір.

© Смирнов І. В., 2014.

**Постановка проблеми.** У захисті деталей і конструкцій від агресивних корозійних середовищ, особливо за високих температур, велику увагу приділяють газотермічному напилюванню металокерамічних покріttів на основі порошків оксидів алюмінію, цирконію, титану та їхніх сумішей. Такі покріttя застосовують для підвищення ресурсу роботи футеровок високотемпературних агрегатів (печей, ванн, котлів, реакторів, ковшів, тиглів). У деяких випадках застосування покріttів з оксидної керамікою доцільно при вирішенні проблем захисту магнієвих сплавів, які через електронегативний електрохімічний потенціал і поганий захист природної окисної плівки мають низьку корозійну стійкість. Більш широке впровадження керамічних напилених покріttів стримується особливостями їхньої структури, пористістю, залишковими напруженнями, нерівномірністю властивостей на різних ділянках, недостатньою міцністю зчеплення покріttя з основою.