

УДК 621.789

ПОТЕБНЯ Н. В., магістрант; ПАНОВ Є. М., д.т.н., проф.; ШИЛОВИЧ Т. Б., к.т.н., доц.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

КІНЕТИКА ТЕРМІЧНОЇ УСАДКИ ОРІЄНТОВАНИХ ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ ПЛІВОК

Наведено результати експериментальних досліджень термоусадки поліпропіленової плівки, що була орієнтована в поздовжньому напрямку. Установлено залежності коефіцієнта усадки плівки від її відносного подовження, температури теплоагенту, тривалості попередньої термоусадки. Визначено оптимальну температуру усадки плівки з орієнтованого поліпропілену. Запропоновано методичку одержання максимальної усадки.

Ключові слова: поліпропіленова плівка, пакування, термоусадка.

© Потебня Н. В., Панов Є. М., Шилович Т. Б., 2015.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Термоусадні плівки широко використовують для пакування різноманітної продукції. Серед їхніх найважливіших характеристик є коефіцієнт усадки, що визначає кратність зменшення лінійних розмірів, завдяки чому плівки отримує здатність щільно облягати продукцію, що пакується, відтворюючи її зовнішні контури. Різні чинники, що впливають на зворотність деформації полімерних плівок розглядали в статтях [1, 2]. Невирішеною частиною наукової проблеми є недостатня кількість досліджень кінетики усадки орієнтованих поліпропіленових плівок.

Мета статті є визначення залежностей коефіцієнта усадки орієнтованої поліпропіленової плівки від її відносного подовження, температури, тривалості попередньої термоусадки.

Виклад основного матеріалу. Досліджували поліпропілен марки ВІРАН GT300 вітчизняного виробництва. Зразки плівки завтовшки 0,1 мм із розмірами 50×10 мм вирізали в поздовжньому напрямі витягування рукава, занурювали у воду з температурою 100 °С на 60 с і витягували з наступним охолодженням у воді за температури 20 °С протягом 30 с. Потім вимірювали довжину охолоджених зразків і розраховували подовження $\epsilon = \Delta l / l \cdot 100\%$, де Δl – абсолютне подовження, мм; l – початкова довжина, мм.

Установлено, що за відносного подовження понад 400 % плівка руйнується.

Для дослідження залежності коефіцієнта усадки від відносного подовження плівки, зразки, одержані в процесі витягування, занурювали в воду з температурою 100 °С на 30 с, а потім охолоджували за температури 20 °С протягом 30 с. Потім вимірювали довжину охолоджених зразків і розраховували коефіцієнт усадки $K_{yc} = (L_0 - L) / L_0 \cdot 100\%$, де L_0 – початкова довжина зразка, мм; L – довжина зразка після усадки, мм.

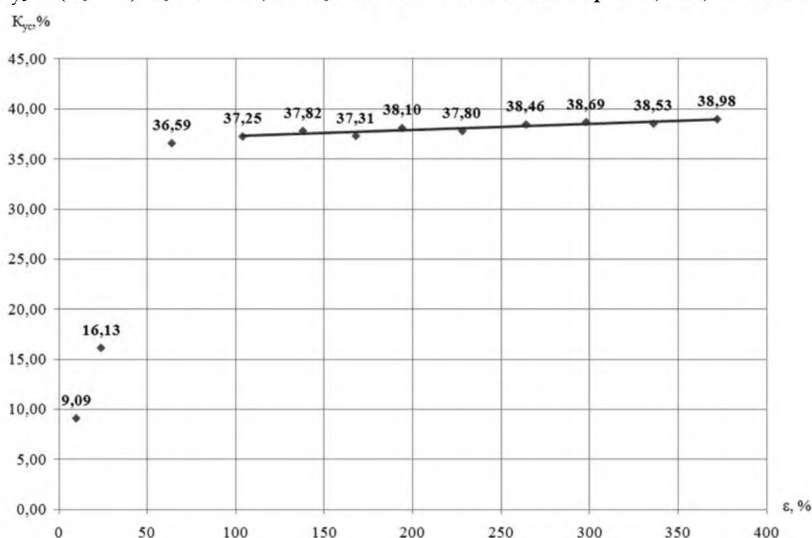


Рис. 1 – Залежність коефіцієнта усадки від відносного подовження плівки з орієнтованого поліпропілену

Аналіз експериментальних даних дозволив одержати залежність $K_{yc} = 0,0061\epsilon + 36,682$, справедливу для $\epsilon = 100 \dots 400\%$.

Залежність коефіцієнта усадки від температури теплоагенту (води) досліджували, занурюючи зразки з $\epsilon = 284\%$ у нагріту до 50...100 °С воду на 30 с з наступним охолодженням у воді за температури 20 °С протягом 30 с. Потім вимірювали довжину зразків і розраховували коефіцієнт усадки.

Установлено, що з підвищенням температури K_{yc} зростає, а його максимальні значення спостерігаються за температури понад 95 °С (рис. 2). Це зумовлено тим, що з підвищенням темпера-

тури інтенсифікуються релаксаційні процеси завдяки пружним властивостям орієнтованого поліпропілену.

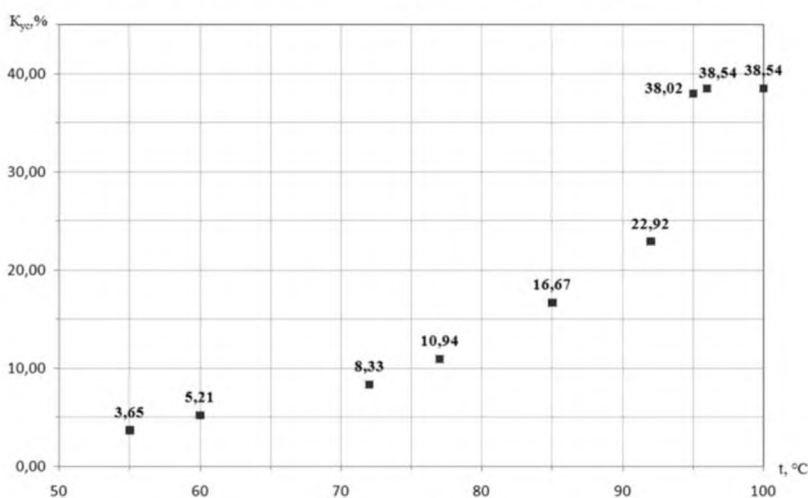


Рис. 2 – Залежність коефіцієнта усадки плівки з орієнтованого поліпропілену від температури теплоагенту

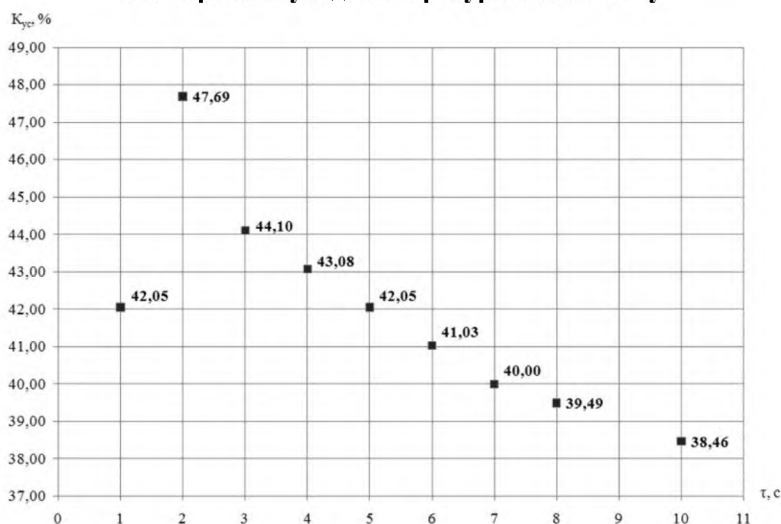


Рис. 3 – Залежність коефіцієнта усадки плівки з орієнтованого поліпропілену від тривалості попереднього усадження

ступним охолодженням в воді з температурою 20 °C протягом 10 с. Потім варто здійснювати остаточне термоусадження у воді з температурою 100 °C протягом не менше 5 с із наступним охолодженням у воді за температури 20 °C. У такий спосіб можна досягти максимального коефіцієнта усадки.

Висновки. Установлено залежності коефіцієнта усадки плівки від її відносного подовження, температури теплоагенту, тривалості попередньої термоусадки. Визначено оптимальну температуру – 95...100 °C. Для отримання максимальної усадки пропонується здійснювати процес у дві стадії. Напрямо подальших досліджень має стати побудова математичної моделі термоусадки орієнтованої поліпропіленової плівки.

Список використаної літератури

1. Влияние температуры на обратимость деформации термоусадочной полиэтиленовой пленки / В. Я. Калькис, А. М. Грандсберг, Э. Л. Раяеве и др. // Физико-химические свойства конденсированных систем. – Рига : Латвийский гос. ун-т, 1972. – С.79–87.

Залежність коефіцієнта усадки від тривалості попереднього усадження досліджували, занурюючи зразки з $\epsilon = 290\%$ у воду з температурою 100 °C на 1...10 с із наступним охолодженням в воді за температури 20 °C протягом 30 с. Далі для цих же зразків всю послідовність дій повторювали. Потім вимірювали довжину зразків і розраховували коефіцієнт усадки.

Установлено, що з збільшенням тривалості попереднього витримування плівки в теплоагенті до 2 с K_{yc} зростає до максимального значення, що перевищувало одержане без витримування на 9 %. Далі K_{yc} зменшувалася і після 10 с витримування досягав значень, одержаних без попереднього термоусадження. Це можна пояснити тим, що в перші дві секунди в плівці поліпропілену відбувається швидка термоусадка [2], яка сповільнюється зі збільшенням тривалості попереднього витримування. Охолодження плівки після швидкої термоусадки сприяє збереженню пружного потенціалу, який вивільняється при наступному зануренні плівки у теплоагент.

З огляду на це, пропонується здійснювати термоусадження плівок з орієнтованого поліпропілену в дві стадії. Спочатку протягом 2 с вміщувати плівку у воду з температурою 100 °C з наступним охолодженням в воді за температури 20 °C протягом 10 с.

2. Седых В. А. Технические свойства упаковочных пленок на основе ПВХ / В. А. Седых, А. В. Жучков // Вестн. Воронежского гос. ун-та инж. технологий. – 2013. – № 2.

Надійшла до редакції 27.01.2015

Potebnya N. V., Panov Je. M., Shilovich T. B.

PROPERTIES OF THERMOSHRINKAGE FILMS

Thermoshrinkage films are widely used for packaging various products. Among the most important characteristics of the film is the thermoshrinkage factor. The shrinkage factor determines the multiplicity reduction of linear dimensions of the shrinkage film. Thermoshrinkage films get the ability to tightly encircle products under its outer contour. Experiments were conducted with polypropylene brands BIPAN GT300 production in Ukraine. The film is previously stretched in the longitudinal direction of the film drawing sleeve with further cooling. It was found that the value of the relative stretch over 400% film is destroyed.

The study the dependence of the shrinkage factor from the relative stretch factor of polypropylene when the relative stretch factor more than 100% and less than 400% was obtained equation $K_{yc} = 0,0061\varepsilon + 36,682$, K_{yc} – the shrinkage factor; ε – the relative stretch factor.

The next step was studied dependence the shrinkage factor from the temperature. With increasing temperature the shrinkage factor increased, the maximum value of the shrinkage factor observed at more 95 °C.

The next step was studied dependence of shrinkage of time preliminary shrinkage. With increasing exposure time the film preliminary shrinkage in water with temperature 100 °C the shrinkage factor increased to its maximum value at $\tau = 2$ s. This value is higher than the value of obtaining the equation by about 9%. Then gradually reduced the shrinkage factor and at $\tau = 10$ s reaches the value that was obtained by the equation. Given this, it is proposed to carry out the thermoshrinkage process for polypropylene in two stages. In the first stage for 2 seconds, to shrink film for polypropylene in water with temperature $t = 100$ °C followed by cooling in water at $t = 20$ °C for 10 sec. In the second stage perform the final shrinkage in water with temperature $t = 100$ °C for at least 5 seconds, followed by cooling in water at $t = 20$ °C. As a result, the shrinkage factor is reached the maximum value.

Keywords: polypropylene film, packaging, thermoshrinkage.

References

1. Kalkis, V.Ya., Grandsberg, A.M., Rayaveye, E.L. et al. (1972) “Vliyaniye temperatury na obratimost deformatsii termousadochnoy polietilenovoy plenki”, *Fiziko-khimicheskiye svoystva kondensirovannykh sistem* [Physico-chemical properties of condensed systems], p.79–87.
 2. Sedykh, V.A. and Zhuchkov, A.V. (2013), “Tekhnicheskiye svoystva upakovochnykh plenok na osnove PVKh” [Technical properties of packaging films based on PVC], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnology*, 2.
-