

OCENA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI PRZETWÓRCZYCH I UŻYTKOWYCH WYTWORÓW WYTŁACZANYCH Z ROZDMUCHIWANIEM

Karol Pepliński, Marek Bieliński

Katedra Techniki Tworzyw, Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy
al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, karolpep@utp.edu.pl

Streszczenie. W procesie wytłaczania z rodmuchiwaniem nastawne wartości parametrów technologicznych, m.in. temperatura wytłaczanego węża i ciśnienie rodmuchiwania, mają wpływ na kształtowanie właściwości mechanicznych i geometrycznych wytworów. Ocenę przeprowadzono na podstawie badań statycznego i uderowego rozciągania próbek oraz skurczu przetwórczego wtórnego wytworów, badań symulacyjnych i oceny rozkładu grubości ścianki w programie Polyflow.

Słowa kluczowe: wytłaczanie z rodmuchiwaniem, statyczne rozciąganie, uderowe rozciąganie, skurcz przetwórczy, Polyflow

WSTĘP

Wytłaczanie z rodmuchiwaniem nieswobodnym jest procesem umożliwiającym uzyskanie wytworów z tworzyw termoplastycznych wewnątrz pustych, np. pojemników do napojów, chemikaliów czy wytworów o większych rozmiarach: zbiorniki paliwa, beczki [Rosato 2004]. Proces ten polega na wytłoczeniu węża o określonym przekroju poprzecznym, a następnie jego umiejscowieniu w formie rodmuchowej [Pepliński i in. 2006] i rodmuchaniu sprężonym powietrzem, aż do momentu ukonstytuowania geometrycznego ścianki wytworu, łącznie z procesem chłodzenia [Sikora 2006]. Ocenę właściwości wytworów wytłaczanych z rodmuchiwaniem można dokonać na podstawie badań wskaźników mechanicznych [Pepliński i in. 2006] (statyczne i uderowe rozciąganie) oraz geometrycznych (grubość ścianki, skurcz przetwórczy). Istnieje także możliwość badań symulacyjnych i oceny rozkładu grubości ścianki w programie Polyflow.

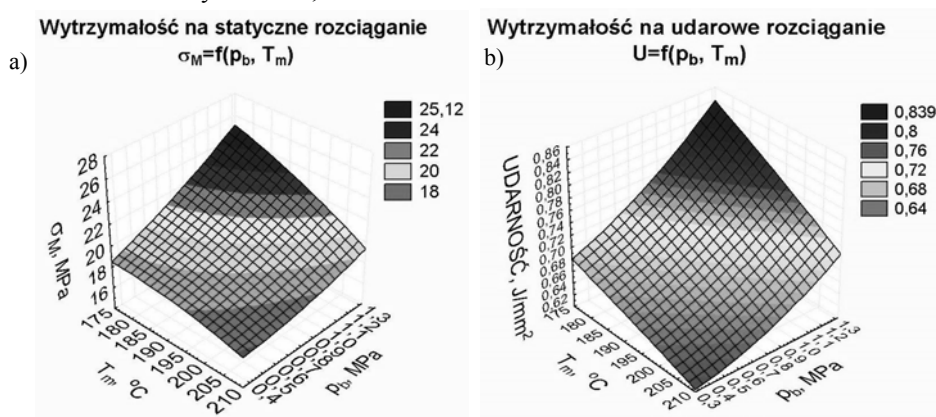
CHARAKTERYSTYKA BADAŃ

W pracy wyznaczono właściwości geometryczne oraz mechaniczne pojemników wytłaczanych z rodmuchiwaniem (typ HP5035 – 750 mm³) z wykorzystaniem maszyny BEKUM H111 (Heinz Plastics Polska – HPP). Do wytłaczania z rodmuchiwaniem

pojemników stosowano bimodalny HDPE (BS2541, Borelis). Zmienne wejściowe parametry procesu wytłaczania z rodmuchiwaniem to temperatura wytłaczanego węża T_m : 175, 190, 210°C i ciśnienie rodmuchiwania p_b : 0,35, 0,69, 0,9, 1,32 MPa. Rozkład grubości ścianki wyznaczono z wykorzystaniem urządzenia Magma Mike (HPP). Pomiar skurczu przetwórczego wykonano stosując urządzenie Contura® G2 RDS wraz z głowicą skanującą (Akson Bydgoszcz). Do pomiaru statycznego i uderowego rozciągania próbek zastosowano maszynę Instron 4401 i PSd 50/15 (Politechnika Poznańska).

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie badań ujawniono istotny wpływ ciśnienia rodmuchiwania i temperatury wytłaczanego węża na wskaźniki mechaniczne statycznego i uderowego rozciągania. Zwiększenie p_b i obniżenie T_m powodowało wzrost wartości badanych wskaźników (rys. 1). Także w przypadku pomiaru skurczu przetwórczego wtórny dostrzeżono, że wzrost p_b i obniżenie T_m powoduje jego zmniejszenie zarówno w kierunku osiowym, jak i poprzecznym butelki (rys. 2). Zaobserwowano również anizotropie skurczową, której średnia wartość wyniosła 51,6%.



Rys. 1. Wpływ ciśnienia rodmuchiwania p_b i temperatury wytłaczanego węża T_m na:
a) wytrzymałość na statyczne rozciąganie, b) wytrzymałość na uderowe rozciąganie

Fig. 1. Influence of blow molding pressure and temperature of extruded parison on:
a) tensile strenght, b) tensile impact strenght

Na podstawie wyników badań skurczu przetwórczego potwierdzono, że podczas konstruowania gniazd form wytłaczarsko-rodmuchowych należy uwzględnić fakt, iż w kierunku poprzecznym wytworu skurcz tworzywa jest większy aniżeli w kierunku osiowym. Na tej podstawie zaproponowano również zależność dla wymiaru osiowego L_{og} i poprzecznego L_{pg} w gnieździe formującym:

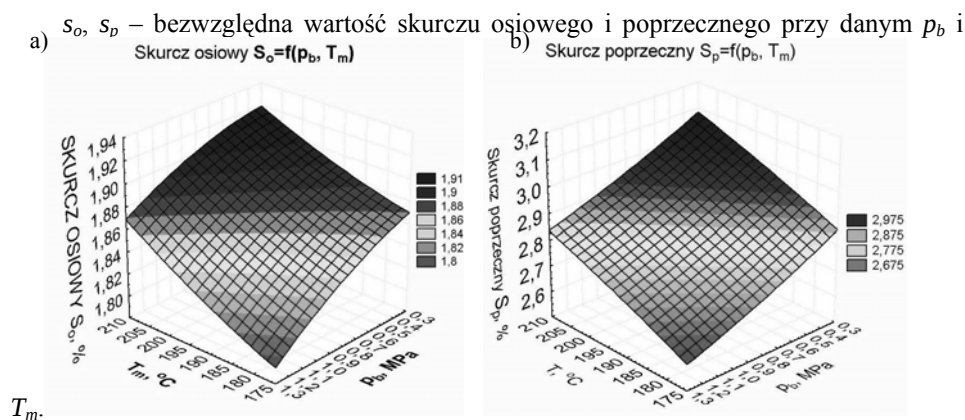
$$L_{og} = L_o + s_o \cdot L_o \quad (1)$$

oraz

$$L_{pg} = L_p + s_p \cdot L \quad (2)$$

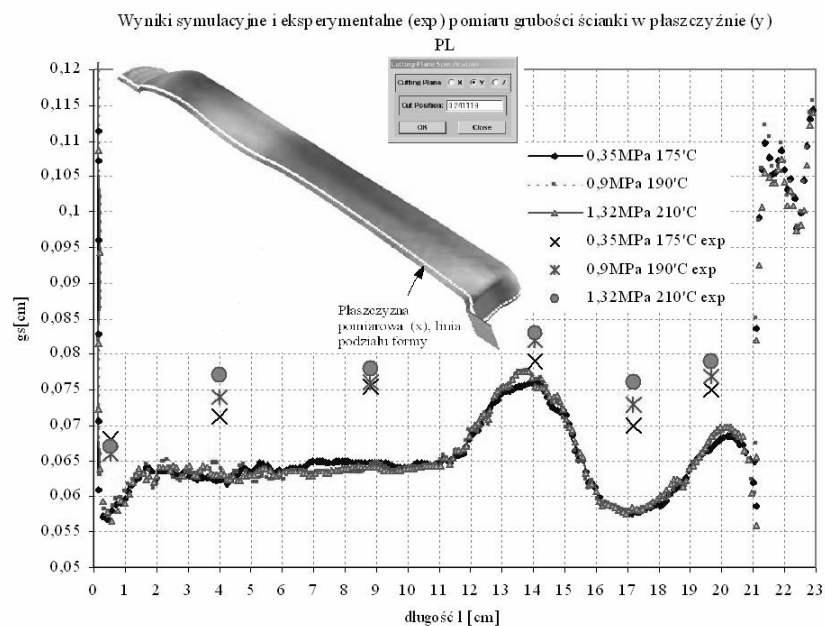
gdzie:

L_o, L_p – wymiar osiowy i poprzeczny wytworu rodmuchanego, mm,



Rys. 2. Wpływ ciśnienia rodmuchiwania i temperatury wytłaczanego węża na skurcz przetwórczy: a) osiowy (S_o), b) poprzeczny (S_p)

Fig. 2. Influence of blow molding pressure and temperature of extruded parison on processing shrinkage: a) axial (S_o), b) across (S_p)



Rys. 3. Porównanie rozkładu grubości ścianki wytworu rodmuchiwanego na podstawie danych symulacyjnych i eksperymentalnych w płaszczyźnie y pojemnika

Fig. 3. Comparison the distribution of blow molding wall thickness with simulation and experimental data in y plane of container

Wyniki badań rozkładu grubości ścianki uzyskane w badaniach teoretycznych (symulacyjnych Polyflow) porównano z wynikami badań eksperymentalnych (rys. 3). Wykazano niewielką różnicę pomiędzy wynikami uzyskanymi doświadczalnie i symulacyjnie. Posługując się programem symulacyjnym wykazano także pewien wpływ analizowanych parametrów technologicznych (p_b i T_m) na grubość ścianki pojemnika (ok. 0,25 mm). W badaniach eksperymentalnych różnice te wyniosły około 0,5 mm. Potwierdzono także wpływ geometrii formy wytłaczarsko-rozdmuchowej na grubość ścianki pojemnika.

WNIOSKI

Na podstawie badań wybranych właściwości mechanicznych i geometrycznych wytworów wytłaczanych z rozdmuchiwaniami stwierdzono możliwość kształtowania (konstyтуowania) cech materiałowych i geometrycznych opakowań o przewidywanej postaci (głównie poprzez sterowanie nastawnymi wartościami parametrów technologicznych T_m i p_b). Najkorzystniejszymi wartościami rozpatrywanych wielkości wejściowych w analizowanych zakresach są $T_m = 175^\circ\text{C}$ i $p_b = 1,3$ MPa. Badania symulacyjne dostarczyły ważnych informacji potwierdzających rozkład grubości ścianki pojemnika wynikający z badań eksperymentalnych. Można więc ocenić na etapie projektowania wytwór o szczególnie skomplikowanym kształcie, wykryć powstanie nadmiernego pocienienia ścianki, czy jej rozerwania na etapie wytwarzania.

PIŚMIENNICTWO

- Pepliński K., Bieliński M. 2006. Wpływ warunków przetwórstwa na wybrane wskaźniki użytkowe wytworów wytłaczanych z rozdmuchiwaniami [w:] Postęp w przetwórstwie materiałów polimerowych, Częstochowa, 176–183.
- Pepliński K., Ohla A., Bieliński M. 2006. Projektowanie i wytwarzanie form do wytłaczania z rozdmuchiwaniami (część 1). Przetw. Tworzyw 1–2, 12–19.
- Pepliński K., Ohla A., Bieliński M. 2006. Projektowanie i wytwarzanie form do wytłaczania z rozdmuchiwaniami (część 2). Przetw. Tworzyw, 3–4, 63–69.
- Rosato D.V. 2004. Blow Molding Handbook. Hanser Publisher, 2nd edit.
- Sikora R. (red.) 2006. Przetwórstwo tworzyw polimerowych. Podstawy logiczne formalne i terminologiczne. Wyd. Politechniki Lubelskiej.

ASSESSMENT OF MECHANICAL AND GEOMETRICAL PROPERTIES IN BLOW MOLDING PRODUCTS

Summary. In blow molding process technological parameters like temperature of extruded parison and blow molding pressure have impact on developing mechanical and geometrical properties blowing products. Assessment was carried out on the basis on sample examinations of tensile and impact strength, and also processing shrinkage. At the end, simulation in Polyflow and experimental examination of container thickness was shown.

Key words: extrusion blow molding, tensile strength, tensile impact test, processing shrinkage, Polyflow