

ROBERT SIKORA, TOMASZ JACHOWICZ

Politechnika Lubelska

Katedra Procesów Polimerowych

ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

Wpływ czasu ochładzania na skurcz przetwórczy wytworów otrzymanych metodą wytłaczania z rozdmuchiwaniami

THE EFFECT OF COOLING TIME ON THE SHRINKAGE OF BLOW-EXTRUDED ARTICLES

Summary — Processing shrinkage of the major air distribution channel used in Lublin II (Daewoo Motor Polska) delivery vans, made of medium density polyethylene (Solvay's Eltex RSB 714) by blowing extrusion, was studied in relation to cooling time in the mold (29–40 s) (Tables 1–3). Spacing of the channel openings used to mount the channel in the chassis, is essential as regards the dimensional correctness of the channel. The spacing of the extreme mounting openings is known as the channel length (L in Fig. 3). Channel length was measured immediately after the channel was removed from the mold, and re-measured in 8 hours and in 24 hours (Fig. 6). To keep to the required dimensional tolerance, the cooling time of 29 to 34 s is most advantageous; as the cooling time is protracted, the major upper dimension of the channel is exceeded and the resulting article is defective (Fig. 8).

Key words: process shrinkage, blowing extrusion, product cooling time, tolerance range.

Podstawowy wpływ na przebieg zjawisk związanych ze skurczem przetwórczym wytworu, o określonych poprzez wymiary, kształt, strukturę i położenie elementów cechach konstrukcyjnych oraz determinowanych przez rodzaj i budowę tworzywa właściwościach użytkowych i cechach estetycznych, wywierają warunki przetwórstwa. Między rozwiązaniem konstrukcyjnym wytworu a doбором tworzywa oraz ustaleniem metody przetwórstwa i warunków procesu przetwórczego istnieją różne wielostronne zależności, których dokładniejsze przedstawienie można znaleźć w literaturze [1–11].

Zaprojektowany wytwór determinuje głównie rodzaj tworzywa, metoda i warunki przetwórstwa, konstrukcja narzędzia przetwórczego oraz możliwość przetwórcza maszyny. Wszystkie wymienione czynniki wpływają bezpośrednio lub pośrednio na wymiary końcowe i kształt wytworu, zgodność z polem tolerancji przyjętym w procesie jego konstruowania oraz na anomalie przetwórcze (materiałowe i powierzchniowe), istotne z punktu widzenia użytkownika.

Pod pojęciem skurczu przetwórczego rozumie się, jak wiadomo, zmniejszenie objętości lub zmniejszenie wymiarów wytworu z tworzywa w stosunku do objętości lub odpowiadających wymiarów gniazda formującego narzędzia przetwórczego, zachodzące pod-

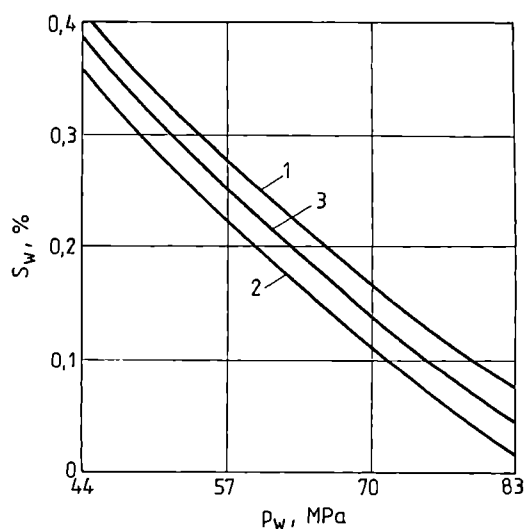
czas końcowej fazy procesu przetwórstwa i w określonym czasie po jego zakończeniu [8, 9]. Biorąc pod uwagę kryterium istoty tego zjawiska, rozróżnia się skurcz przetwórczy cieplny, chemiczny, fizykochemiczny i technologiczny. Ze względu na czas i miejsce powstawania, skurcz przetwórczy dzieli się na skurcz pierwotny i wtórny. Pojęcie skurczu pierwotnego obejmuje zmniejszenie objętości lub wymiarów wytworu zachodzące podczas jego ochładzania bądź zestalania w gnieździe formującym narzędzia przetwórczego i krótko po jego opuszczeniu, natomiast jako skurcz wtórny jest określane zmniejszenie (w funkcji czasu) objętości lub wymiarów wytworu będącego już poza gniazdem formującym — coraz mniejsze i wreszcie zanikające. Suma skurczu pierwotnego i wtórnego jest nazywana skurczem całkowitym albo łącznym. Z konstrukcyjnego punktu widzenia wyróżnia się skurcz objętościowy, liniowy, powierzchniowy i średni. Wreszcie, orientacja makrocząsteczek tworzywa powoduje występowanie różnicy w wartości skurczu mierzzonego w różnych kierunkach, stąd pojęcie skurczu wzdłużnego i poprzecznego. Zjawisko to jest nazywane anizotropią skurczową. Dokładną klasyfikację, kryteria podziału skurczu oraz bardziej szczegółowy opis zjawisk związanych ze skurczem przetwórczym podano w literaturze [8–17].

Na skurcz przetwórczy wpływa wiele czynników, których źródła można zgrupować w następujący sposób:

- rodzaj tworzywa (np. ciężar cząsteczkowy, gęstość, współczynnik rozszerzalności cieplnej, struktura);
- konstrukcja wytworu (np. budowa, kształt, wymiary — m.in. grubość ścianek);
- warunki przetwórstwa (np. temperatura przetwarzanego tworzywa, temperatura narzędzia przetwórczego, sposób i przebieg ochładzania wytworu);
- budowa narzędzia (np. rozwiązanie układu przepływowego, ukształtowanie przewężki i gniazda formującego);
- ulepszenie fizyczne i chemiczne (np. normalizowanie, wygrzewanie, chlorowanie, sulfonowanie).

Wpływ warunków procesu przetwórstwa na skurcz przetwórczy jest skomplikowany. Wiadomo, że tworzywa częściowo krystaliczne mają większy skurcz niż tworzywa bezpostaciowe, co wynika ze znanego zjawiska gęstszego upakowania makrocząsteczek fazy krystalicznej, zachodzącego podczas procesu krystalizacji bezpośredniej (skurcz pierwotny) oraz opóźnionej (skurcz wtórny) [8, 18, 19].

Zjawiska skurczu towarzyszące różnym metodom przetwórstwa zostały najlepiej poznane w procesie wtryskiwania, a przeważająca część zależności opisujących wpływ warunków przetwórstwa na przebieg skurczu i na jego wartość jest podawana w odniesieniu do kształtek wtryskowych. Znany jest np. wpływ grubości wytworu na skurcz [9, 13, 15], a zagadnienie to jest istotne w przypadku projektowania zarówno wyprasek wtryskowych, jak i wytworów o zmiennej gru-

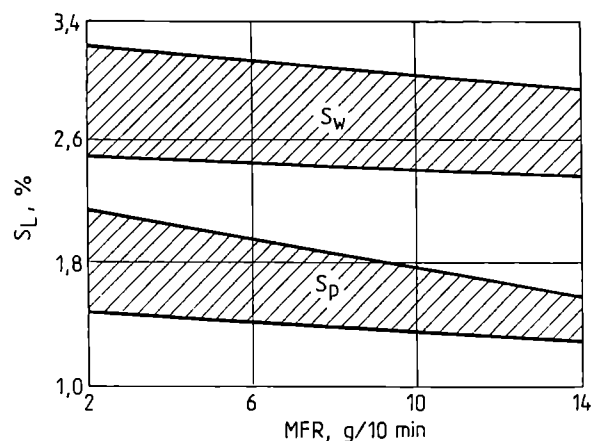


Rys. 1. Zależność skurczu wtryskowego pierwotnego liniowego wzdłużnego (S_w) od ciśnienia wtryskiwania (p_w) w przypadku polistyrenu; temperatura formy: 35°C (1), 50°C (2) lub 60°C (3) [14]

Fig. 1. Primary linear longitudinal injection shrinkage (S_w) in relation to injection pressure (p_w) for polystyrene; mold temperature: (1) 35°C, (2) 50°C, (3) 60°C [14]

bości ścianki otrzymywanych metodą wytłaczania z rozdmuchiowaniem [20, 21]. Nasza praca dotyczy tej właśnie ostatniej metody.

Dokładna charakterystyka wpływu poszczególnych czynników na wartość i przebieg skurczu przekracza ramy tego opracowania i nie jest jego celem, zaś szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć w literaturze krajowej [9—12, 15, 22]. Jako przykład wpływu wybranych czynników na wartość skurczu przetwórczego przedstawiamy zależność skurczu wtryskowego pierwotnego liniowego od ciśnienia wtryskiwania i temperatury formy (skurcz wzdłużny, rys. 1) oraz od masowego wskaźnika szybkości płynięcia tworzywa wtryskiwanego (skurcz wzdłużny i pierwotny, rys. 2).



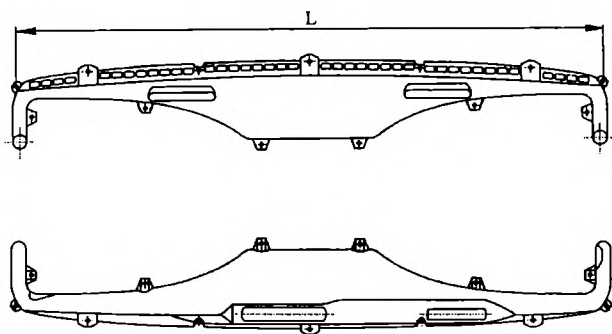
Rys. 2. Zależność skurczu wtryskowego pierwotnego liniowego (S_L) od masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) w przypadku politrioksanu; S_w — skurcz wzdłużny, S_p — skurcz poprzeczny, obszar zakreskowany — rozkład skurczu [14]

Fig. 2. Injection shrinkage (S_L) in relation to mass flow rate (MFR) for polytrioxane; S_w — longitudinal shrinkage, S_p — transverse shrinkage; hatched area — distribution of shrinkage

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Do badań wpływu czasu ochładzania na skurcz przetwórczy wybrano kanał główny rozprowadzania powietrza (w dalszej części opracowania nazywany krótko kanałem) samochodu dostawczego "Lublin II" (Daewoo Motor Polska). Kanał ten, przedstawiony na rys. 3, został wykonany metodą wytłaczania z rozdmuchiowaniem z polietylenu średniej gęstości o nazwie handlowej "Eltex RSB 714", produkcji firmy Solway. Podstawowe właściwości tworzywa (wg danych uzyskanych od producenta polietylenu) podaje tabela 1.

Kanał wykonano w linii technologicznej wytłaczania z rozdmuchiowaniem typu M100S firmy Uniloy, w Spółdzielni Elremet w Białej Podlaskiej. Podstawowe dane techniczne linii technologicznej zawiera tabela 2, a podstawowe parametry procesu wytwarzania kanału



Rys. 3. Kanał główny rozprowadzania powietrza ($L = 1589^{+3}_{-2}$ mm)

Fig. 3. Air distribution main channel ($L = 1589^{+3}_{-2}$ mm)

T a b e l a 1. Podstawowe właściwości polietylenu "Eltex RSB 714" [22]

T a b l e 1. Major property data on polyethylene Eltex RSB 714 [22]

Właściwość	Wartość
Gęstość w temp. 23°C	946 kg/m ³
Masowy wskaźnik szybkości płynięcia (temp. 190°C, 2,16 kg)	0,15 g/10 min
Napężenie rozciągające przy granicy plastyczności	40 MPa
Współczynnik sprężystości wzdłużnej przy rozciąganiu	1200 MPa
Udamność z karbem wg Izoda (temp. 23°C)	62 kJ/m ²

T a b e l a 2. Podstawowe dane techniczne linii technologicznej do wytłaczania z rozdmuchiowaniem "Uniloy M100S" [22]

T a b l e 2. Major operating data for the Uniloy M100S blowing extrusion unit [22]

Układ uplastyczniający	
Średnica ślimaka	80 mm
Stosunek długości ślimaka do jego średnicy	24
Zakres częstotliwości obrotów ślimaka	0—1,33 s ⁻¹
Moc silników napędowych	55 kW
Wydajność uplastyczniania	320 kg/h
Moc grzejników	60 kW
Maksymalna średnica węża wytłaczanego	450 mm
Minimalna średnica węża wytłaczanego	100 mm
Układ zamykania formy przetwórczej	
Sila zamykania formy	900 kN
Wymiary użytkowe płyt nośnych	1500 x 1000 mm
Maksymalna grubość formy	305 mm
Maksymalny odstęp między częściami formy	1300 mm
Napęd	hydrauliczny

podano w tabeli 3. Do ochładzania formy przetwórczej wykorzystano termostat; czynnikiem chłodzącym była woda z dodatkiem 10% glikolu etylenowego, o temperaturze 5°C, przepływająca pod ciśnieniem 0,2 MPa. Temperatura otoczenia wynosiła 25°C, a wilgotność względna powietrza 70% [23].

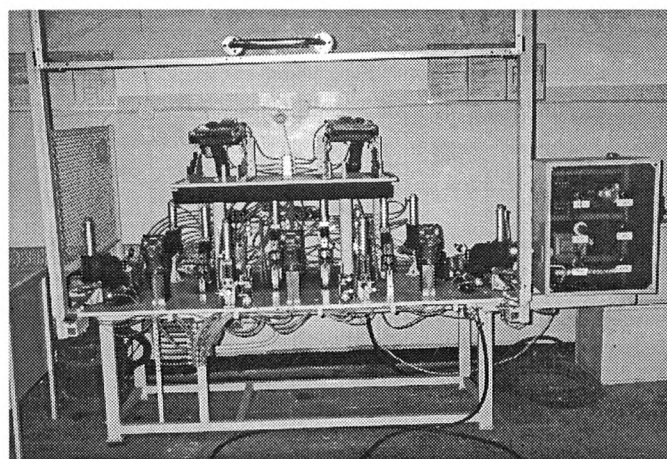
W wyniku procesu wytłaczania z rozdmuchiowaniem otrzymuje się ukształtowany przestrzennie i zamknięty

T a b e l a 3. Podstawowe parametry procesu wytłaczania z rozdmuchiowaniem kanału [22]

T a b l e 3. Major operating parameters for blowing extrusion of air channel [22]

Parametr	Wartość
Częstotliwość obrotów ślimaka	0,75 s ⁻¹
Temperatura strefy zasypu	100°C
Temperatura strefy I	205°C
Temperatura strefy II	208°C
Temperatura strefy III	210°C
Temperatura głowicy I	212°C
Temperatura głowicy II	210°C
Temperatura oleju w układzie hydraulicznym	38°C
Czas rozdmuchiwania	29—40 s
Czas otwarcia formy	15 s
Całkowity czas cyklu	78 s

wytwór; następną operacją stanowi wykonanie w nim otworów wlotowych i wylotowych powietrza, otworów montażowych (górných i bocznych) oraz otworów mocujących. Operację tę przeprowadza się poprzez cięcie bezpośrednio; stanowisko do wykonywania otworów przedstawia rys. 4.



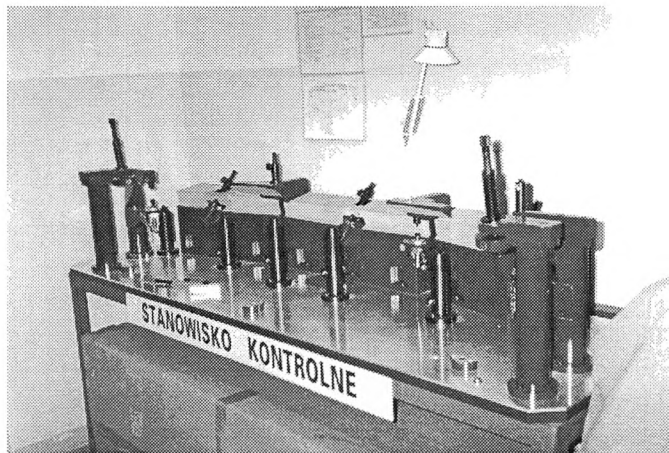
Rys. 4. Wygląd stanowiska do wykonywania otworów w kanale [22]

Fig. 4. The stand for making holes in the air distribution channel [22]

Wielkością istotną z punktu widzenia poprawności wykonania wytworu oraz bezpośrednio związaną z procesem jego montażu jest rozstaw technologicznych otworów montażowych kanału, służących do jego mocowania w nadwoziu samochodu. Za podstawowy czynnik geometryczny określający poprawność wykonania uznano rozstaw skrajnych otworów montażowych, zwany dalej umownie długością kanału. Nominalny wymiar kanału wynosi 1589 mm, zaś jego odchyłki (górną i dolną), zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi, mają wartość $^{+3}_{-2}$ mm ($L = 1589$, por. rys. 3).

Za czynnik zmienny w badaniach przyjęto czas

ochładzania wytworu w formie przetwórczej, przy czym pozostałe warunki procesu przetwórstwa nie ulegały zamierzonym zmianom. Czasy ochładzania kanału zmieniano o sekundę w zakresie od 29 do 40 s. W przypadku każdego otrzymanego wytworu mierzono długość kanału bezpośrednio po wyjęciu z formy, w ciągu pierwszych 8 h co godzinę oraz po upływie 24 h¹⁾. Pomiaru te przeprowadzono, wykorzystując odpowiednie stanowisko kontrolne (rys. 5), za pomocą specjalnej



Rys. 5. Stanowisko kontrolne do pomiaru długości kanału [22]

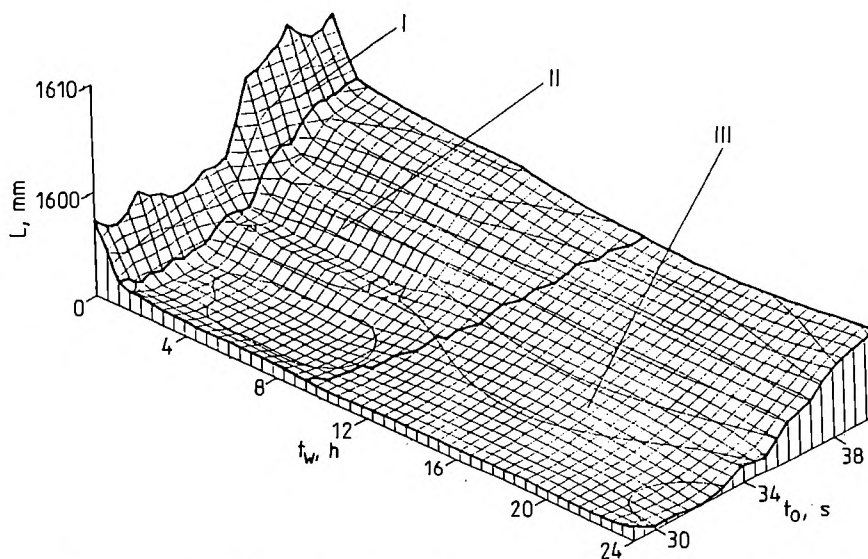
Fig. 5. The channel length measuring stand [22]

pomiaru odpowiadała normom obowiązującym w tego rodzaju procesach technologicznych [24].

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Przyjęcie przez nas czasu ochładzania w formie za czynnik zmienny było spowodowane możliwością łatwej zmiany wartości tego parametru oraz dość szerokim przedziałem możliwych zmian.

Zmianę długości kanału w zależności od czasu ochładzania wytworu w formie i od czasu po wyjęciu go z formy przedstawia rys. 6. Można tu wyróżnić trzy strefy: początkowa intensywna zmiana długości kanału (I), następująca po niej umiarkowana zmiana długości (II) oraz obszar końcowy (III), gdzie wartość długości kanału ustala się w pewnym, określonym zakresie. W strefie pierwszej, gdy zmiana długości kanału jest bardzo wyraźna, linie przedstawiające tę zmianę L w funkcji czasu po wyjęciu wytworu z formy (t_w) mają podobne nachylenie. Istotne różnice w zmianie przebiegu tych linii oraz w kącie ich nachylenia można natomiast zaobserwować w strefie II umiarkowanej zmiany L . Kąt nachylenia linii oraz rozległość strefy II zmieniają się w zależności od czasu ochładzania wytworu w formie (t_o). Gdy czas t_o jest najkrótszy (29 s), rozległość strefy II jest najmniejsza i rośnie wraz z przedłużaniem t_o . Rozległość strefy II w przypadku najkrótszego czasu t_o jest



Rys. 6. Zależność zmian długości kanału (L) od czasu ochładzania w formie (t_o) i od czasu po wyjęciu z formy (t_w): I — strefa intensywnej zmiany L , II — strefa umiarkowanej zmiany L , III — strefa ustalania się wartości L

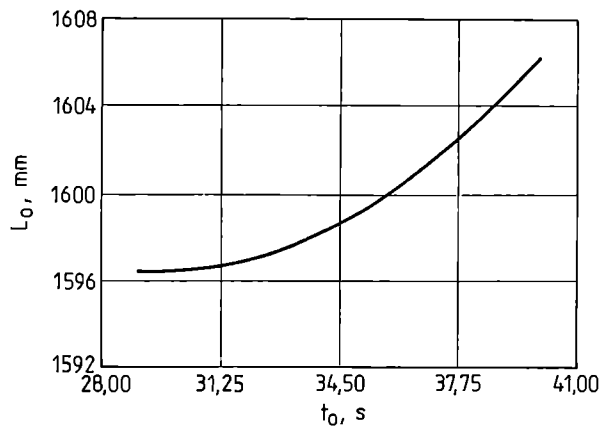
Fig. 6. Channel length (L) variation in relation to cooling time (t_o) in mold and time (t_w) after removal from mold; L -variation zones: I — intense, II — moderate, III — stabilization area

suwmiarki o maksymalnym rozstawie szczęk 1605 mm i dokładności odczytu 0,05 mm. Przyjęta dokładność

niemal dwukrotnie mniejsza niż w przypadku najdłuższego czasu t_o (40 s).

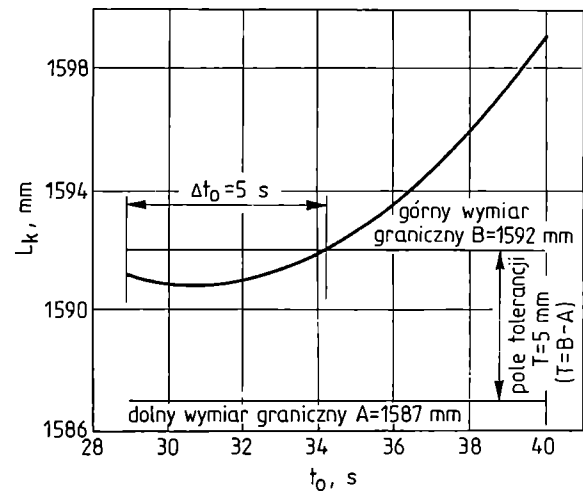
Rysunek 7 przedstawia związek między wartością początkową długości kanału, mierzoną bezpośrednio po wyjęciu wytworu z formy, a czasem ochładzania

*¹⁾ Autorzy dziękują mgr. inż. Marcinowi Markowskiemu za pomoc w wykonaniu pomiarów.



Rys. 7. Zależność początkowej długości kanału (L_o , bezpośrednio po wyjęciu z formy) od czasu jego ochładzania w formie (t_o)

Fig. 7. Initial channel length (L_o , immediately after removal from mold) in relation to cooling time (t_o) in mold



Rys. 8. Zależność końcowej długości kanału (L_k) od czasu jego ochładzania w formie (t_o)

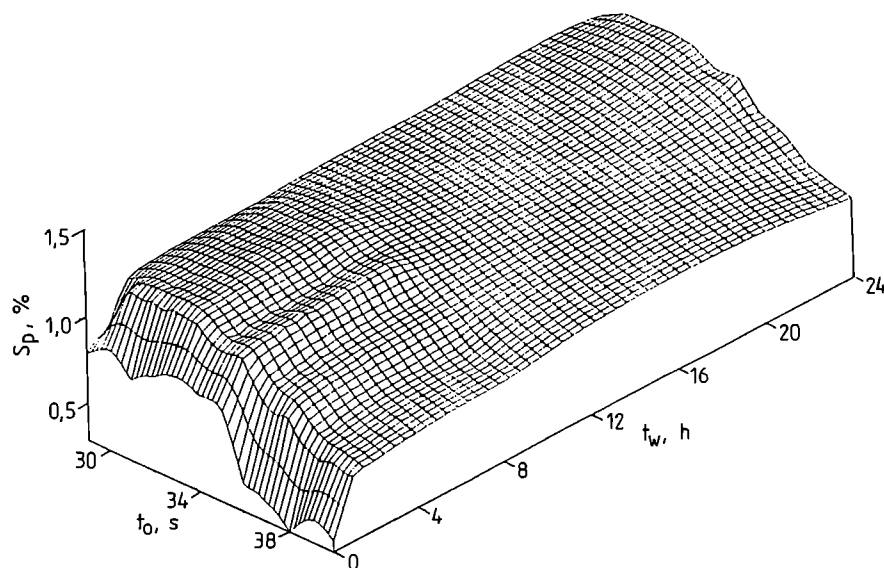
Fig. 8. Final channel length (L_k) in relation to cooling time (t_o) in mold

wytworu w formie, natomiast na rys. 8 zilustrowano zależność między końcową wartością długości kanału (po 24 h) a czasem ochładzania wytworu w formie, z zaznaczeniem pola dopuszczalnej tolerancji założonego przez konstruktora wymiaru konstrukcyjnego.

Z rysunków 7 i 8 wynika, że początkowa i końcowa długość kanału rosną wraz z przedłużaniem czasu ochładzania wytworu w formie. Zmiana długości kanału zmierzona po upływie 24 h od chwili wyjęcia wytworu z formy (w odniesieniu do odpowiedniego wymiaru gniazda formującego) jest miarą skurczu pierwotnego liniowego, określanego również jako skurcz dobowy. Rysunek 9 przedstawia przebieg zmian tego

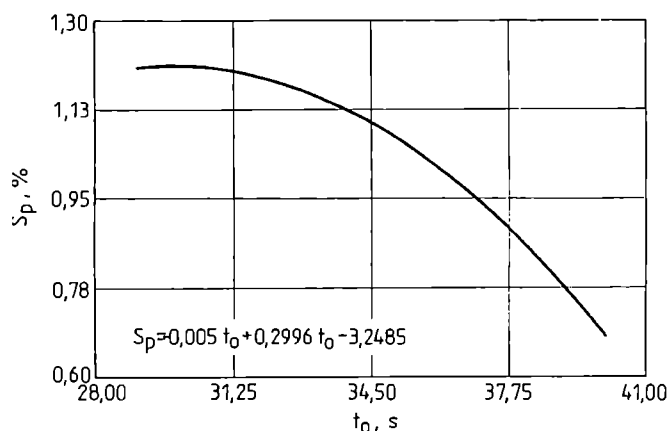
właśnie skurczu w zależności od czasu po wyjęciu wytworu z formy oraz od czasu ochładzania wytworu w formie. Z przedłużaniem czasu ochładzania wytworu w formie maleje wartość skurczu pierwotnego liniowego dobowego, co widać wyraźnie na rys. 10.

Skurczu wtórnego nie badaliśmy, bowiem po przeanalizowaniu przebiegu zmiany długości kanału w okresie 24 h i ustaleniu się długości kanału przyjęliśmy założenie, że wartość skurczu wtórnego jest bliska zeru. Wynika to z faktu, że polietylen wykazuje dużą szybkość procesu krystalizacji, w związku z czym wytworki z tego tworzywa odznaczają się na ogół pomijalnie małą wartością skurczu wtórnego.



Rys. 9. Zależność między skurczem pierwotnym liniowym dobowym (S_p) a czasem ochładzania wytworu w formie (t_o) i czasem po wyjęciu wytworu z formy (t_w)

Fig. 9. Primary linear longitudinal daily shrinkage (S_p) in relation to time of cooling in mold (t_o) and to time after removal of article from mold (t_w)



Rys. 10. Zależność skurczu pierwotnego liniowego dobowego (S_p) od czasu ochładzania wytworu w formie (t_o)

Fig. 10. Primary linear longitudinal shrinkage (S_p) in relation to time of cooling of article in mold (t_o)

W przedziale czasu ochładzania wytworu w formie od 29 do 34 s otrzymuje się wytwór mieszczący się w założonym podczas procesu konstruowania polu tolerancji wymiarowej (rys. 8), natomiast dalsze przedłużanie czasu ochładzania powoduje przekroczenie górnego wymiaru granicznego długości kanału, prowadzi więc do powstania wytworu wadliwego. Analizując przedstawiony na rys. 8 przebieg krzywej zależności długości kanału od czasu ochładzania wytworu w formie w stosunku do określonego pola tolerancji można zauważyć, że ich część wspólna leży w ograniczonym przedziale możliwości zmiany czasu ochładzania, $\Delta t_o = 34 \text{ s} - 29 \text{ s} = 5 \text{ s}$, w górnej strefie pola tolerancji długości kanału. Ewentualne zwiększenie górnego wymiaru granicznego do wartości przekraczającej 1592 mm i związane z tym przesunięcie pola tolerancji pozwoliłoby na wydłużenie przedziału możliwości zmian parametrów wytłaczania z rozdmuchiwaniem, ale ustalona wartość górnego wymiaru granicznego jest uwarunkowana przede wszystkim założeniami konstrukcyjnymi kanału. Zmiana wartości dolnego wymiaru granicznego (1587 mm) nie wywarłaby istotnego wpływu na warunki przetwórstwa.

Fizyczną podstawą do wyjaśnienia niektórych przedstawionych zjawisk i zależności może być to, że polietylen wpływa do stosunkowo zimnej formy przetwórczej (o temp. 20–30°C), gdzie następuje nagłe spowolnienie, a może nawet pewne zamrożenie procesu skurczu. Im dłuższy czas ochładzania wytworu w formie, tym mniejsza możliwość rozwoju procesu krystalizacji, zatem i mniejszy skurcz. Wymaga to jednak głębszego uzasadnienia na drodze zbadania struktury tworzywa kanału i procesu termostatowania formy przetwórczej, w tym zmienności temperatury ścianek jej gniazda formującego.

Wyniki naszych badań wskazują, że poprzez zmianę jednego z warunków procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem można w istotny sposób wpływać na właściwości użytkowe wytworu. Wobec ograniczeń na-

rzuconych przez konstrukcję formy przetwórczej oraz przez możliwości technologiczne maszyny przetwórczej (linii technologicznej bądź pojedynczego urządzenia) jest konieczne dokonanie wyboru jednego z warunków przetwórstwa, możliwego do zmieniania najmniejszym kosztem. Aby zadanie to wykonać w sposób poprawny i przynoszący wymagane efekty, konieczne jest przeprowadzenie odpowiednich badań. Dzięki takim badaniom można przeanalizować wpływ zmian warunków wytłaczania z rozdmuchiwaniem — np. częstotliwości obrotów ślimaka, rozkładu temperatury wzdłuż układu uplastyczniającego, średnicy węża tworzywa wprowadzanego do formy, czasu i ciśnienia rozdmuchiwania lub, wreszcie, czasu ochładzania wytworu w formie — na właściwości użytkowe wytworu w celu określenia tego z warunków procesu przetwórczego, którego zmiana pozwoli na uzyskanie wytworu o wymaganych właściwościach.

Analiza wyników naszych badań procesu wytłaczania z rozdmuchiwaniem pozwoliła na ocenę wpływu czasu ochładzania wytworu w formie na przebieg zmian i wartość skurczu przetwórczego oraz na wybór takiego czasu, który zapewnia, że ważny z technologicznego punktu widzenia wymiar długości kanału mieści się w założonym wcześniej polu tolerancji.

LITERATURA

1. Błaszowski K. i inni: "Zasady projektowania oprzyrządowania technologicznego", PWN, Warszawa 1981.
2. Domininghaus H.: "Plastics for Engineers. Materials, Properties, Applications", Hanser Publishers, Monachium — Wiedeń — Nowy Jork 1993.
3. Łaczyński B.: "Tworzywa wielkocząsteczkowe. Rodzaje i własności", WNT, Warszawa 1982.
4. Progelhof P. C., Throne J. L.: "Polymer Engineering Principles. Properties, Processes and Test for Design", Hanser Publishers, Monachium — Wiedeń — Nowy Jork 1993.
5. Rosato D. V.: "Blow Molding Handbook", Hanser Publishers, Monachium — Wiedeń — Nowy Jork 1989.
6. Sikora R., Kloc J.: *Kunststoffe* 1982, 72, 449.
7. Sikora R.: "Tworzywa wielkocząsteczkowe. Rodzaje, właściwości i struktura", Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1991.
8. Sikora R.: "Podstawy przetwórstwa tworzyw", Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1992.
9. Smorawiński A.: "Technologia wtrysku", WNT, Warszawa 1989.
10. Zawistowski H., Frenkler D.: "Konstrukcja form wtryskowych do tworzyw termoplastycznych", WNT, Warszawa 1984.
11. Sikora J. W.: *Polimery* 1998, 43, 548.

12. Chwalisz B., Chwalisz L.: *Polimery* 1981, 26, 445.
13. Hawrylecka U.: *Polimery* 1988, 33, 340.
14. Sikora R.: *Polimery* 1983, 28, 61.
15. Sikora R.: "Przetwórstwo tworzyw wielocząsteczkowych", Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 1993.
16. Zdyb M. W., Godlewska E.: *Polimery* 1976, 21, 383.
17. Zdyb M. W., Godlewska E.: *Polimery* 1976, 21, 423.
18. Birley A. W., Haworth B., Batchelor J.: "Physics and Plastics", Hanser Publisher, Monachium — Wiedeń — Nowy Jork — Barcelona 1992.
19. Crawford R. J.: "Plastics Engineering", Pergamon Press, Oxford — Nowy Jork — Toronto — Sydney — Paryż — Frankfurt 1981.
20. Dembek H.: *Chemik* 1987, 40, 308.
21. Szczuka R.: *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* 1987, 26, nr 2, 24.
22. Katalog "Właściwości konstrukcyjne i eksploatacyjne krajowych tworzyw termoplastycznych", Wydawnictwo IGM, Katowice 1984.
23. Materiały informacyjne Spółdzielni Elremet, Biała Podlaska 1998.
24. Jezierski J.: "Analiza tolerancji i niedokładności pomiarów w budowie maszyn", WNT, Warszawa 1983.

Otrzymano 23 IX 1999 r.

NOWOŚCI TECHNICZNE

cd. ze str. 734

Firma Billion oferuje nowe modele wtryskarek o małej sile zamykania formy z serii "Proxima". Wersja o sile zamykania 500 kN była przedstawiona na pokazach w grudniu 1999 r., zaś pozostałe modele z tej serii mają mieć siłę zamykania formy od 400 kN do 1000 kN i zostaną wprowadzone do produkcji w latach późniejszych.

Konstrukcja układu narzędziowego wtryskarek "Proxima" jest oparta na izraelskim projekcie mechanizmu dźwigniowego, jednakże układ ten ma niżej położone prowadnice dolne, aby uniknąć naruszenia patentów austriackiej firmy Engel na tego typu mechanizm. Do zamykania i otwierania formy będą zastosowane dwa siłowniki hydrauliczne oraz centralnie położony siłownik wytwarzający siłę zamykającą formę.

Zdaniem firmy Billion, występujące w układzie narzędziowym ramy w kształcie litery C zachowują wszystkie funkcje, które do tej pory spełniały usunięte z rozwiązania konstrukcyjnego prowadnice górne. Ugięcie ramy jest kontrolowane poprzez zastosowanie specjalnych ściskanych i rozciąganych kompensatorów znajdujących się w stole ruchomym wtryskarki. Korpus maszyny jest niezależny od ramy.

Między stołem nieruchomym a ramami zastosowano bezpośrednie połączenie elastyczne, rezygnując z ele-

mentów ruchomych oraz sworznia przegubowego. Konstrukcja ram jest przesunięta w dół korpusu wtryskarki, w rezultacie czego są one cieńsze. Zmieniono wymiary stołu nieruchomego, tak aby poprawić jego sztywność.

Wtryskarki serii "Proxima" będą budowane z wykorzystaniem trzech różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu hydraulicznego umożliwiających sekwencyjne lub równoległe działanie poszczególnych siłowników, w zależności od wymagań odbiorcy. Wszystkie wersje będą wyposażone w układ sterowania i regulacji "Dixit II", zastępujący dotychczasowy "Dixit 500". Układ ten ma dotykowy kolorowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny, pozwalający na wydawanie poleceń w trybie graficznym lub numerycznym. Układ komunikacyjny wyświetlacza jest tak zaprojektowany, aby umożliwić szybki dostęp do istotnych danych procesu wtryskiwania.

Firma Billion oczekuje szerokiego zainteresowania swoimi wtryskarkami na całym świecie. Rozpoczyna sprzedaż w Niemczech w pierwszej połowie 2000 roku, planuje ona również kampanię handlową w USA; spodziewa się przy tym niemal podwojenia sprzedaży (aktualnie kształtującej się na poziomie < 300 maszyn rocznie) do ok. 500 sztuk na koniec roku.

Mod. Plast. Intern. 2000, 30, nr 2, 98.

T. J.