MECHANIKA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
1-M/2009
ZESZYT 3
ROK 106
ISSUE 3
YEAR 106

TOMASZ KLEPKA*

CHARAKTERYSTYKA OCHŁADZANIA WYTŁOCZYNY O KSZTAŁTACH ZŁOŻONYCH

CHARACTERISTIC OF COMPLEX FORM EXTRUDATE OF THE COOLING PROCESS

Streszczenie

Podczas wytłaczania jednym z najważniejszych czynników procesu jest uzyskanie stałej temperatury w poszczególnych układach linii technologicznej. Przy wytłaczaniu wytworów o kształtach złożonych, z jednoczesnym kontrolowaniem temperatury wytłoczyny, z wykorzystaniem skanera termowizyjnego, jest możliwe uzyskanie żądanej struktury i właściwości. Duże znaczenie ma przebieg zmian wartości temperatury w wytłoczynie w obszarze bezpośrednio za głowicą, które mogą mieć wpływ na zmianę kształtu i wymiarów wytworu po ochłodzeniu.

Słowa kluczowe: wytłaczanie, wytwory o kształtach złożonych, pomiar temperatury

Abstract

In the extrudate units used as a extrusion machinery one of the most important factor concerning on the extrusion process are constant control of changing the temperature. During intensive cooling in calibration section, in the all of the wall extrudate its possible to received inflected structure and different properties in the extrudate portion and with extreme condition undemanding shape error and aberration of dimension to early brief foredesigne comparison.

Keywords: extrusion, complex form products, measure of temperature

* Dr inż. Tomasz Klepka, Katedra Procesów Polimerowych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1. Wstęp

W procesie wytłaczania do niezwykle istotnych zagadnień technologicznych, decydujących o jego przebiegu, należy ciągłe kontrolowanie oraz utrzymanie ściśle określonych warunków przetwórstwa, głównie ciśnienia i temperatury, przy których zachodzą wszystkie zjawiska w tworzywie przetwarzanym podczas jego ruchu w poszczególnych elementach linii technologicznej [5]. Utrzymanie wymaganej temperatury przetwórstwa w wytłaczarkach odbywa się poprzez odpowiednie, strefowe - nagrzewanie i chłodzenie cylindra. Tworzywo transportowane w układzie uplastyczniającym przez ślimak jest jednocześnie nagrzewane ciepłem doprowadzanym z grzejników umieszczonych na cylindrze oraz ciepłem wytwarzanym na skutek tarcia zewnętrznego i wewnętrznego tworzywa. Ciepło dostarczone do tworzywa przetwarzanego, przez elementy układ uplastyczniającego, powinno być odpowiednio zredukowane w kalibratorze oraz urządzeniach chłodzących. W tym przypadku wymuszony obieg medium chłodzącego, powinien zapewniać odpowiednią efektywność ochładzania, korzystnie w całym przekroju poprzecznym wytłoczyny [1].

2. Wytłoczyny o kształtach złożonych

Wytłoczyny o kształtach złożonych coraz częściej zastępują wytwory tradycyjne o stałej grubości ścianki [2]. Jednocześnie zwiększający się stopień skomplikowania makrostruktury geometrycznej wytworów skutkuje wzrostem trudności związanych z zapewnieniem odpowiednich warunków ich kalibrowania i ochładzania. W końcowym etapie procesu wytłaczania stwarza to trudności, które powodują odstępstwa właściwości, kształtu, a niekiedy także wymiarów, od wcześniej założonych. Dlatego też, przy przetwórstwie metodą wytłaczania wytworów mających zróżnicowaną grubość ścianki lub charakterystyczne kanały funkcjonalne (rys. 1a) z takich tworzyw, jak PE, PP i PVC, szczególnie istotne jest zastosowanie odpowiednich narzędzi (rys. 1b) oraz uzyskanie właściwego przebiegu zmian temperatury w tworzywie podczas ochładzania. Decyduje to, w dużym stopniu o możliwo-

a)

b)

Rys. 1. Przykład wytworu wraz z głowicą; a - wytwory o kształtach złożonych [6], b - głowica wytłaczarka [7]

Fig . 1. The example of the product together with extrusion die: a - products with the complex form [6]; b - the extrusion die [7]

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

ści uzyskania żądanej struktury, właściwości oraz innych wymaganych cech geometrycznych wytłoczyny zgodnie z wcześniejszymi założeniami [6, 7].

Dodatkowa kontrola przebiegu kalibrowania, pozwala na uzyskanie niższej wartości skurczu, lepszej jakości powierzchni oraz ogólnie większej stabilność kształtu i wymiarów.

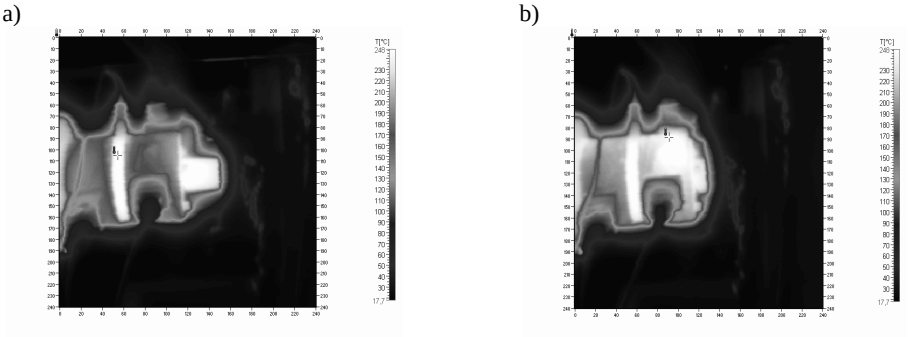
Dla uzyskania optymalnych wyników wytłaczania przydatne są zarówno analizy prowadzone w fazie konstruowania narzędzi przetwórczych z wykorzystaniem różnego rodzaju symulacji wspomaganych komputerowo oraz dodatkowe układy regulacji on-line podczas przebiegu procesu [1, 4].

3. Przebieg i charakterystyka badań

Główną wielkością mierzoną podczas przetwórstwa była wartość temperatury, a przede wszystkim rozkład pola temperatury na obszarze kształtowania makrostruktury geometrycznej. W badaniach wykorzystano polietylen dużej gęstości (PE-HD) o nazwie handlowej Hostalen CRP 100 blue, zakres temperatury wytłaczania wynosił od 190 do 220°C, Proces wytłaczania przeprowadzono na wytłaczarce T32 produkcji ZMCH „Metalchem" w Gliwicach. Wytłaczarka była wyposażona w głowicę umożliwiającą wytłaczanie wytworów o przekroju złożonym, ze ślimakiem o średnicy 32 mm oraz długości 27D. Z uwagi na to, że tradycyjne metody kontaktowe pomiaru temperatury wykorzystują zjawisko zmiany różnych właściwości elementu termoczułego wraz ze zmianą temperatury, a efektem jest stosunkowo długi czas reakcji elementu termoczułego, zastosowano pomiary za pomocą skanera termowizyjnego. Podczas procesu wytłaczania stosowano kamerę termowizyjną V-20 model ER005-25 z układem detekcji promieniowania podczerwonego z detektorem HgCdTe. Umożliwiło to dokonywanie pomiaru temperatury, przy rozdzielczości temperaturowej NEDT wynoszącej od 0,05 do 5°C, odpowiednio do wartości rejestrowanej temperatury [3].

Rejestrację obrazów termalnych prowadzono w zakresie temperatury 15÷250°C, przy założeniu, że tworzywo powinno być przetwarzane w określonej temperaturze poniżej 250°C. Podczas procesu temperatura wytłoczyny była korygowana do zadanych, stałych wartości za pomocą układu kontrolno-sterującego.

a) b)



Rys. 2. Obraz termalny głowicy wytaczarskiej i wytłoczyny: a - w ustawieniu początkowym, b - bezpośrednio po dosunięciu kalibratora

Fig. 2. The thermal diagram of the extrusion die; a - in initial position, b - after pushing the calibrator

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Analizowano obszar bezpośrednio za dyszą głowicy. Dosunięcie głowicy do kalibratora skutkowało zawężeniem pola zmienności temperatury powierzchni wytłoczyny do zaledwie około 2°C bezpośrednio przy dyszy i blisko 7°C na wejściu do kalibratora. Wyniki te, świadczą o nierównomiernym w czasie ochładzaniu wytłoczyny w przestrzeni między dyszą i kalibratorem. Temperatura tworzywa opuszczającego dyszę wytłaczarską po ustabilizowaniu procesu wyniosła 225°C, a następnie wzrasta do maksymalnie 247°C w pewnej odległości od dyszy. Taki przebieg zmian temperatury powierzchni wytłaczanej rury świadczył o znacznym gradiencie temperatury tworzywa w materiale ścianki wytłoczyny kształtowanej w dyszy głowicy wytaczarskiej, gdzie wewnętrzna powierzchnia dyszy ma temperaturę niższą od przepływającego przez nią strumienia tworzywa.

4. Podsumowanie

Procesy cieplne mają decydujące znaczenie niemal w każdym procesie przetwórstwa tworzyw, szczególnie przy wytwarzaniu wytworów o kształtach złożonych, w znacznej mierze warunkując ich przebieg. W konsekwencji wpływają na powstanie określonej struktury tworzywa i ukonstytuowanie odpowiednich właściwości wytworu. Dodatkowa kontrola procesu umożliwia wbudowanie w elementy urządzenia kalibrującego dodatkowych czujników temperatury i ciśnienia w celu szybkiego i ciągłego korygowania temperatury medium chłodzącego o żądaną wartość. Jest to istotne przede wszystkim w procesach o przebiegu ciągłym, przy otwartym typie narzędzia jakim jest głowica wytaczarska i kalibrator.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008/2011
jako projekt N N508 390735

Literatura

[1] O`Brien K.T., *Applications of komputer modeling for extrusion and other continous polymer processes*, Hanser Publishers, Munich, Vienna, New York 1992.
[2] Klepka T., *Konstrukcje osiowo-symetrycznych wytworów o kształtach złożonych*, Polimery 2008, 53, 5.
[3] Klepka T., Samujło B., *The analysis of extrudate cooling in the extrusion process*, Polymer Processing Society, Gothenburg 2007.
[4] Rusiński E., Czmochowski J., Smolnicki T., *Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych*, OWP, Wrocław 2000.
[5] Sikora R., *Podstawy przetwórstwa tworzyw wielkocząsteczkowych*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 1992.
[6] http://www.guilltool.com.
[7] http://www.precisionextrusion.com.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ