

CHŁODZENIE KONFORMALNE FORM WTRYSKOWYCH

Przemysław Postawa

Instytut Przetwórstwa Polimerów i Zarządzania Produkcją, Politechnika Częstochowska
al. Armii Krajowej 19c, 42-200 Częstochowa, postawa@kpts.pcz.czyst.pl

Streszczenie. Całkowity czas procesu wtryskiwania jest zależny od długości fazy chłodzenia wypraski w formie, która ochładzana jest poprzez kanały znajdujące się w formie wtryskowej. Efektywne chłodzenie formy wtryskowej jest bardzo ważne, ponieważ nie tylko wpływa na czas cyklu, ale również na jakość produkowanych wyprasek wtryskowych. Tradycyjne kanały chłodzące są zwykle wykonywane jako proste otwory wiercone w bloku formy, co powoduje ograniczenia geometryczne w ich kształcie i przebiegu, a tym samym w przepływie cieczy chłodzącej i odbiorze ciepła z poszczególnych powierzchni. W artykule przedstawiono kilka przemysłowych zastosowań chłodzenia konformalnego form wtryskowych.

Słowa kluczowe: wtryskiwanie, chłodzenie konformalne, technologie SLM, właściwości struktury

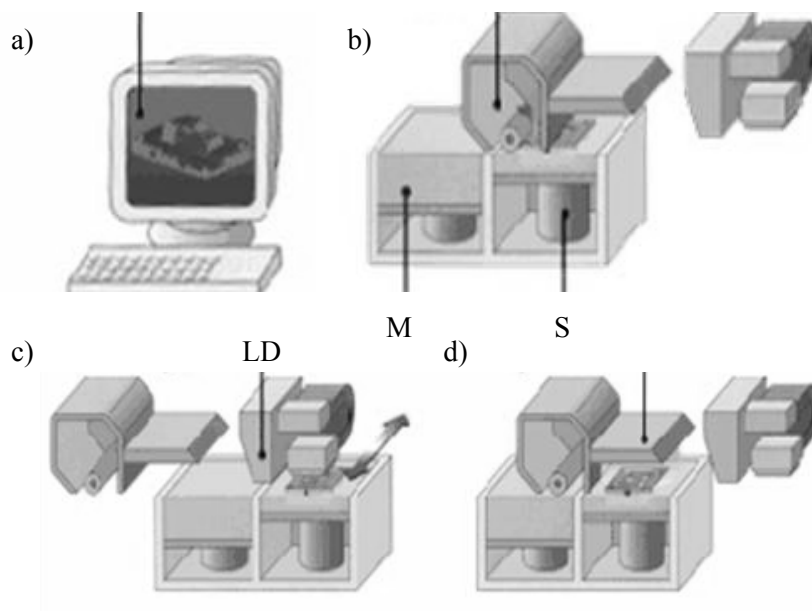
WSTĘP

Rozwój tworzyw polimerowych oraz ich fizycznych i chemicznych modyfikacji powoduje ich ekspansję w obszary do tej pory zarezerwowane tylko dla metali. Jednak wraz z tym rozwojem rosną również wymagania stawiane produkowanym wyrobom, nie tylko dotyczące jakości, stabilności, ale również powtarzalności otrzymywanej struktury, przy jednocześnie możliwie najniższych kosztach produkcji. Powoduje to również ciągły rozwój technologii wytwarzania narzędzi do przetwórstwa i samych maszyn. Jednym z podstawowych problemów występujących podczas wtryskiwania jest odpowiednie zapewnienie równomiernej temperatury formy wtryskowej, lub podchodząc do problemu od drugiej strony – możliwie najefektywniejsze i równomierne odebranie ciepła od ochładzanego tworzywa tak, żeby nie powstały zbyt duże naprężenia powodujące deformacje wypraski. Narzędzia produkowane tradycyjnymi technologiami nie zawsze mogły zapewnić równomierny rozkład temperatury na powierzchni formy, co bardzo często doprowadzało i doprowadza do deformacji, pękania, a nawet pęknięcia produkowanych wyprasek [Ferreira i in. 2003, Dimla i in. 2005].

Rozwój tzw. technik przyrostowych w produkcji wkładek daje nieograniczone wręcz możliwości tworzenia i prowadzenia kanałów w formie wtryskowej, zarówno co do kształtu, jak i przekroju poprzecznego.

METODYKA

Metody warstwowe w wytwarzaniu narzędzi do przetwórstwa polegają na spiekaniu lub całkowitym przetapianiu proszków metali za pomocą wiązki światła lasera. W pierwszym przypadku konieczna jest dodatkowa operacja infiltrowania miedzią bądź brązem, ponieważ otrzymana struktura jest porowata. Natomiast technologia przetapiania nie wymaga dodatkowych zabiegów technologicznych, poza finalną obróbką powierzchni (HSM, EDM, polerowanie, fakturowanie), gdyż przetopieniu ulega 99,9% proszku metalu. Ponieważ forma budowana jest warstwa po warstwie, a promień lasera spieka tylko te obszary, które mają zostać połączone z wcześniej nałożoną warstwą, istnieje możliwość dowolnego prowadzenia kanałów. Mogą one przebiegać w równej odległości od powierzchni formy, co daje możliwość równomiernej stabilizacji temperatury formy.



Rys. 1. Etapy wytwarzania form wtryskowych metodami przyrostowymi LBMM – opis w tekście
Fig. 1. Step of mould producing using LBMM technology (Layer Based Mould Manufacturing) – description in text

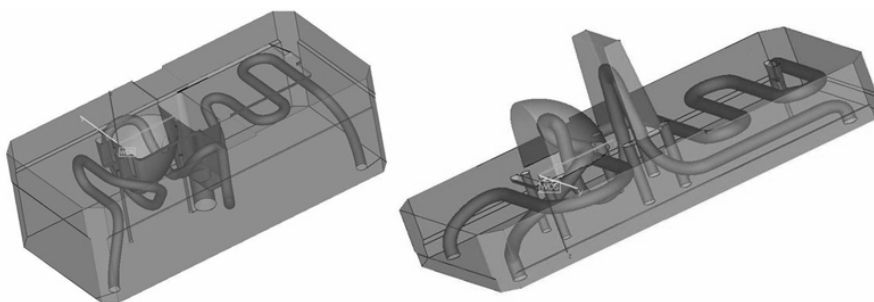
Pierwszym etapem budowania formy metodami przyrostowymi jest stworzenie przestrzennego modelu w dowolnym środowisku CAD (rys. 1a). Następnie tak przygotowany model jest obrabiany przez oprogramowanie maszyny drukującej. Bryła zamieniana jest na dwuwymiarowe obrazy odpowiadające poszczególnym warstwom. Tak przygotowane dane przesyłane są do maszyny, która następnie z magazynu proszku M przenosi na stół roboczy S pojedynczą warstwę proszku metalowego (rys. 2b). Naniesiona warstwa proszku jest następnie topiona za pomocą lasera drukującego LD. Informacje

o tym, które obszary w poszczególnych warstwach mają być stopione pochodzą z wcześniejszej obróbki trójwymiarowej (przestrzennej) bryły. Po przetopieniu warstwy stół S obniża się i nakładana jest kolejna warstwa proszku, po czym cała operacja powtarza się (rys. 4d). Drukowanie z wykorzystaniem tej technologii jest uzależnione od wielkości, grubości warstwy, dokładności oraz użytego materiału i trwa od kilkunastu do kilkudziesięciu godzin.

Po usunięciu nieprzetopionego proszku (np. z kanałów chłodzących) i wygrzaniu całości w celu usunięcia naprężeń powstałych podczas procesu LBMM, można przystąpić do obróbki wykańczającej, frezowania HSM lub elektrodrażenia EDM.

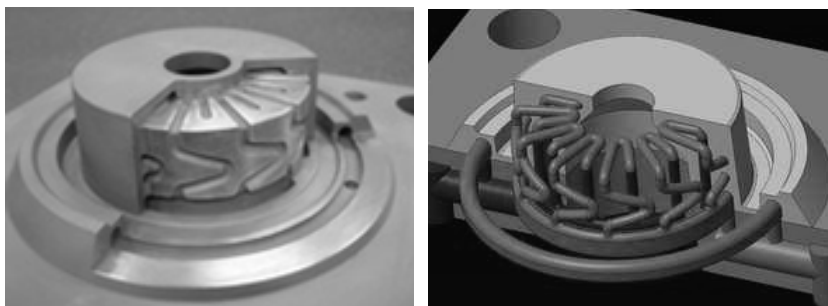
PREZENTACJA ZASTOSOWAŃ

Zastosowanie tej technologii, oprócz zasadniczego skrócenia czasu cyklu (nawet o 35%) i możliwości bardziej intensywnego chłodzenia, daje cały szereg innych korzyści: chłodzenie stempli, trzpieni oraz rdzeni przez stosowanie jednego lub kilku rozgałęzionych kanałów; selektywny odbiór strumienia ciepła z poszczególnych obszarów wypraski, a tym samym możliwość wytworzenia gradientu struktury (materiały gradientowe); zmniejszenie deformacji wyprasek poprzez równomierny odbiór ciepła.



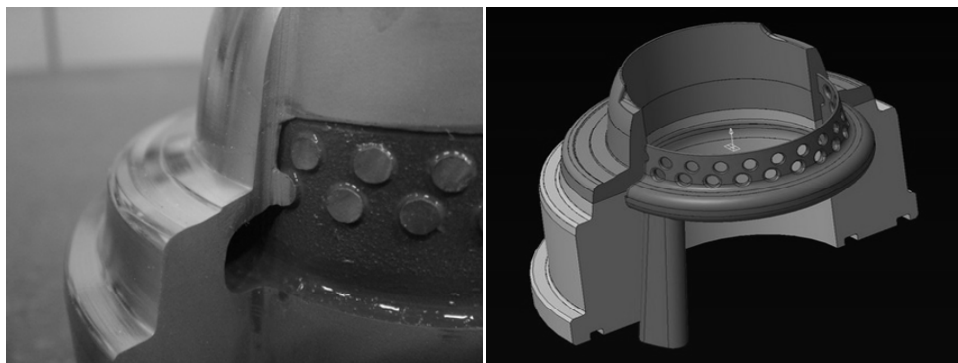
Rys. 2. Widok części formy wtryskowej z poprowadzonymi kanałami konformalnymi [www.lasercusing.nl]

Fig 2. View of mould with conformal cooling channels



Rys. 3. Przykład chłodzenia rdzenia [www.lasercusing.nl]

Fig. 3. Sample of the core cooling system



Rys. 4. Przekrój przez kanał chłodzący konformalny [www.lasercusing.nl]

Fig. 4. Cross section of conformal cooling channel

WNIOSKI

Przedstawione w artykule rozwiązania technologiczne w konstrukcji narzędzi do przetwórstwa tworzyw (rys. 2, 3, 4) wskazują nowe obszary stosowania technologii warstwowych oraz jednocześnie dają nowe możliwości produkcji wyprasek o bardzo złożonych kształtach. Zastosowanie kanałów konformalnych w chłodzeniu form wtryskowych pozwoli zminimalizować negatywne skutki nierównomiernego ochładzania wyprasek w formie, takie jak deformacje, paczanie, przy jednoczesnym skróceniu czasu cyklu.

PIŚMIENICTWO

- Dimla D.E., Camilotto M., Miani F. 2005. Design and optimisation of conformal cooling channels in injection moulding tools. *J. Mat. Proc. Technol.*, 164–165, 15, 1294–1300.
- Ferreira J.C., Mateus A. 2003. Studies of rapid soft tooling with conformal cooling channels for plastic injection moulding. *J. Mat. Proc. Technol.*, 142, 2, 508–516.
- <http://www.lasercusing.nl>

CONFORMAL COOLING IN INJECTION MOULDING TOOLS

Summary. The process cycle time in injection moulding process depends greatly on the cooling time of the plastic part, which is facilitated by the cooling channels in the injection mould. Effective cooling channel design in the mould is important because it not only affects cycle time but also the part quality. Traditional cooling channels are normally made of straight drilled holes in the mould, which have limitations in geometric complexity as well as cooling fluid mobility within the injection mould. Some of industrial application of conformal cooling in injection moulding tools were presented in the article.

Key words: injection moulding, conformal cooling, SLM technology, structure properties