

Krzysztof KARBOWSKI

Politechnika Krakowska, Kraków

Stanisław M. MICHALSKI

TIM Projekt, Kraków

Jacek DOMIŃCZUK

Politechnika Lubelska, Lublin

SEGMENTOWANA FORMA WTRYSKOWA ŁĄCZONA TECHNOLOGIĄ KLEJENIA

Słowa kluczowe

Formy wtryskowe, klejenie.

Streszczenie

W ramach projektu badawczego zamawianego nr PW-004/ITE/05/2005 zaprojektowano i wykonano formę wtryskową, którą wyposażono w układ chłodzenia za pomocą płaszcza wodnego. Gniazda i rdzeń formy wykonano z elementów łączonych technologią klejenia. Oprócz płaszcza wodnego wykonano tradycyjny układ chłodzenia, co pozwoliło na porównanie wydajności chłodzenia. Dla celów badawczych formę wyposażono w układ do pomiaru temperatury.

1. Wprowadzenie

Zaprojektowanie wydajnego układu chłodzenia formy wtryskowej jest zwykle poważnym problemem. Tradycyjnie układ ten wytwarzany jest w postaci prostoliniowych kanałów wykonywanych w podstawie gniazd formy za pomocą technologii wiercenia głębokich otworów.

W opisywanym projekcie badawczym zaprojektowano i wykonano formę wtryskową chłodzoną płaszczem wodnym. Aby wykonać kanały chłodzące płaszcza wodnego, formę zrobiono z elementów łączonych technologią klejenia.

Możliwość zastosowania wspomnianego układu chłodzenia (zwanego kanałami konformalnymi) lub połączeń klejonych w formach i matrycach opisywana jest w literaturze naukowej i patentowej [1–5], niemniej jednak w praktyce przemysłowej (w szczególności na rynku polskim) nie spotyka się podobnych rozwiązań.

Istotą opracowanej konstrukcji i technologii jest podzielenie gniazd i rdzeni formy na elementy, które umożliwią wykonanie kanałów chłodzących oraz usunięcie nadmiaru na obróbkę zgrubną wykorzystując technologię wycinania. Elementy te są łączone (w opisywanym rozwiązaniu zastosowano połączenie śrubowe uzupełnione połączeniem klejonym, będącym równocześnie uszczelnieniem kanałów), a następnie wykonywana jest obróbka wykańczająca formy.

Dla celów badawczych w formie zrobiono dodatkowo tradycyjne kanały chłodzące oraz układ do pomiaru temperatury.

W warunkach przemysłowych przeprowadzono badania eksploatacyjne formy wtryskowej, których celem było porównanie wydajności chłodzenia (a co za tym idzie, wydajności procesu wtrysku) za pomocą płaszcza wodnego i tradycyjnych kanałów chłodzących.

2. Forma wtryskowa chłodzona płaszczem wodnym

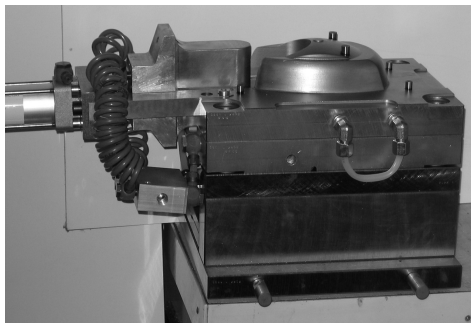
W trakcie realizacji projektu zaprojektowano oraz wykonano prototypową formę wtryskową chłodzoną płaszczem wodnym, co ma na celu zwiększenie wydajności układu chłodzenia, a także zwiększenie wydajności procesu wtrysku tworzyw sztucznych (rys. 1).

W formie wykonano układy chłodzenia:

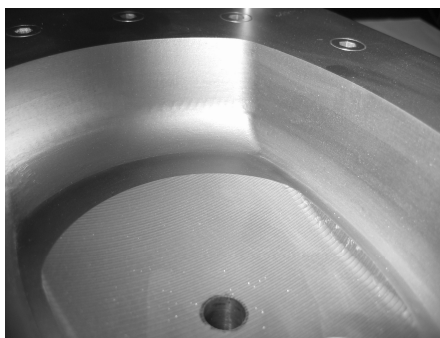
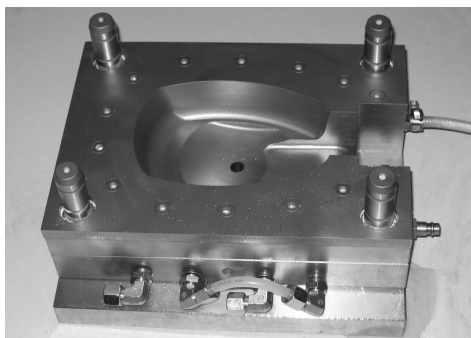
- 1) Tradycyjny układ chłodzenia płyt formujących – kanały chłodzące w podstawie płyty wykonane technologią głębokiego wiercenia.
- 2) Płaszcz wodny w gnieździe formy. Gniazdo formy zostało wykonane z trzech płyt stalowych. W płycie środkowej wykonano kanały chłodzące (rys. 2a). Płyty połączono za pomocą połączenia śrubowego oraz dodatkowo uszczelniono uszczelniaczem anaerobowym.
- 3) Część rdzeniowa formy została wykonana z trzech elementów. W płaszczyznach łączenia płyt wykonano kanały chłodzące, które umożliwiają chłodzenie zagłębienia formy (rys. 2b) oraz podstawy rdzenia (rys. 3). Elementy zespolono połączeniami śrubowymi. Dodatkowo płyty uszczelniono uszczelniaczem anaerobowym, a rdzeń połączono z płytą kompozytem epoksydowym.
- 4) Ruchomy rdzeń formy został wykonany z dwóch elementów. W płaszczyźnie łączenia elementów wykonano kanał chłodzący (rys. 4). Elementy zespolono połączeniami śrubowym oraz klejowym (wykorzystano kompozyt epoksydowy).

Wykonano próbę szczelności połączeń. Układ chłodzący napełniono wodą pod ciśnieniem 0,3 MPa i pozostawiono w tym stanie przez 8 godzin. Stwierdzono, że połączenia zachowały szczelność.

a)

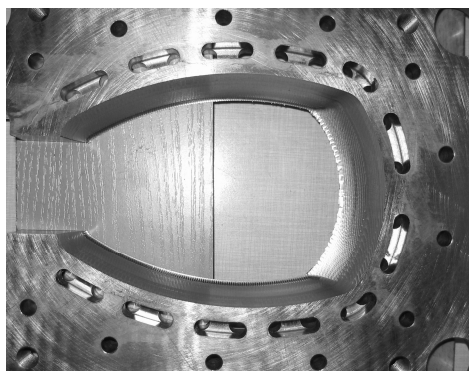


b)

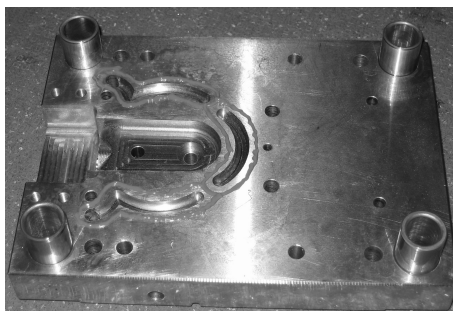


Rys. 1. Forma wtryskowa chłodzona płaszczem wodnym (a) – część rdzeniowa, b) – gniazdo formy)

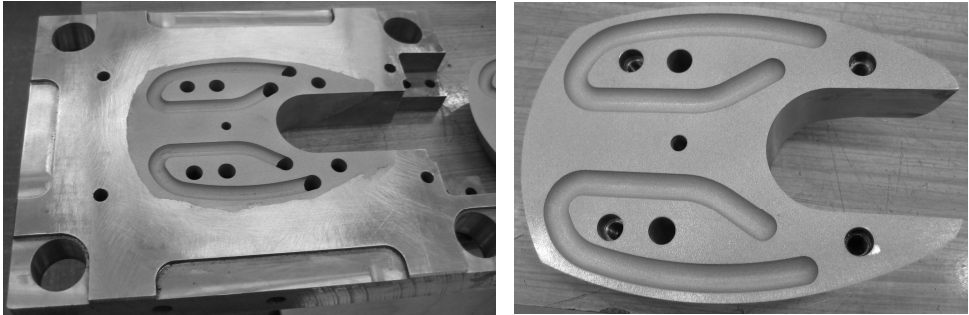
a)



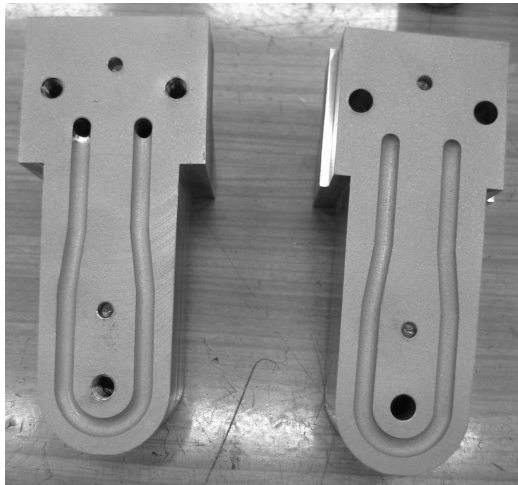
b)



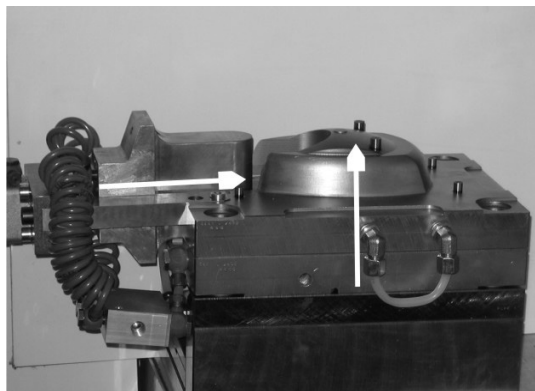
Rys. 2. Kanaly chłodzące: a) płyta środkowa gniazda formy; b) płyta formująca w trakcie wykonywania połączenia



Rys. 3. Płyta formująca oraz rdzeń z kanałami chłodzącymi (środkowy otwór służy do zamontowania czujnika temperatury)



Rys. 4. Elementy ruchomego rdzenia formy z kanałem chłodzącym



Rys. 5. Położenie czujników temperatury

Formę wulkanizacyjną wyposażono w układ do pomiaru temperatury, składający się z:

- czujników PT100 (rys. 5):
 - w rdzeniu ruchomym,
 - w rdzeniu stałym,
 - w kolektorze wody chłodzącej,
- pirometru do pomiaru temperatury wypraski.

3. Badania eksploatacyjne formy

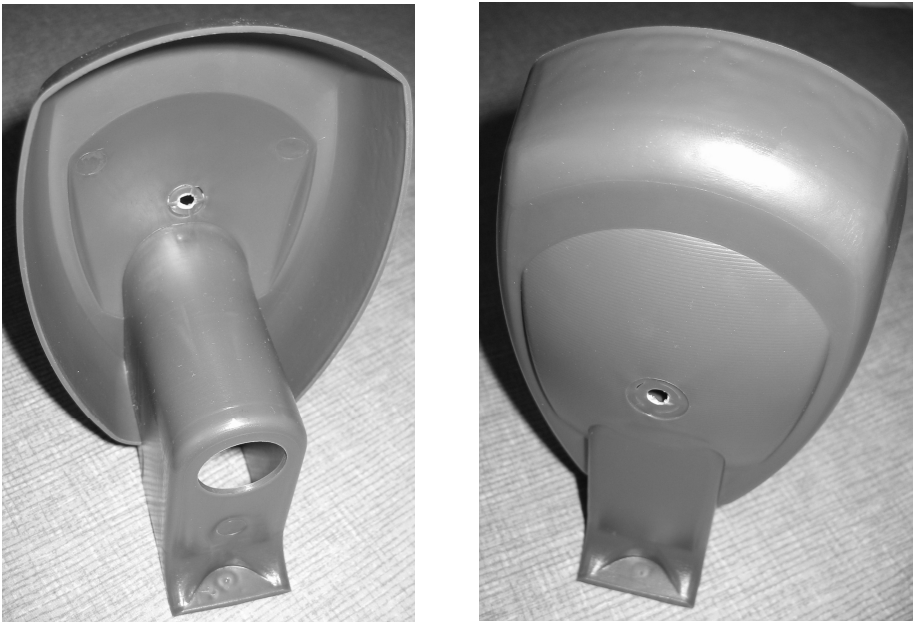
Formę wtryskową poddano badaniom eksploatacyjnym, mającym na celu sprawdzenie sposobu chłodzenia formy.

Forma została zaprojektowana do wykonywania elementów pokazanych na rysunku 6. Detal wykonany jest z polietylenu.

Na podstawie doświadczeń określono maksymalną temperaturę wypraski po zakończeniu cyklu, która nie powoduje defektów wykonanego detalu – wynosi ona 125°C. Temperaturę wtrysku ustalono na 250°C.

W formie wykonano dwa układy chłodzenia: tradycyjny oraz płaszcz wodny.

Badania eksploatacyjne formy rozpoczęto od określenia optymalnego czasu cyklu podczas tradycyjnego chłodzenia formy – czas ten wyniósł 58 sekund. Wykonano 200 elementów detalu. W trakcie cyklu rejestrowano zmiany temperatury formy (rys. 7).



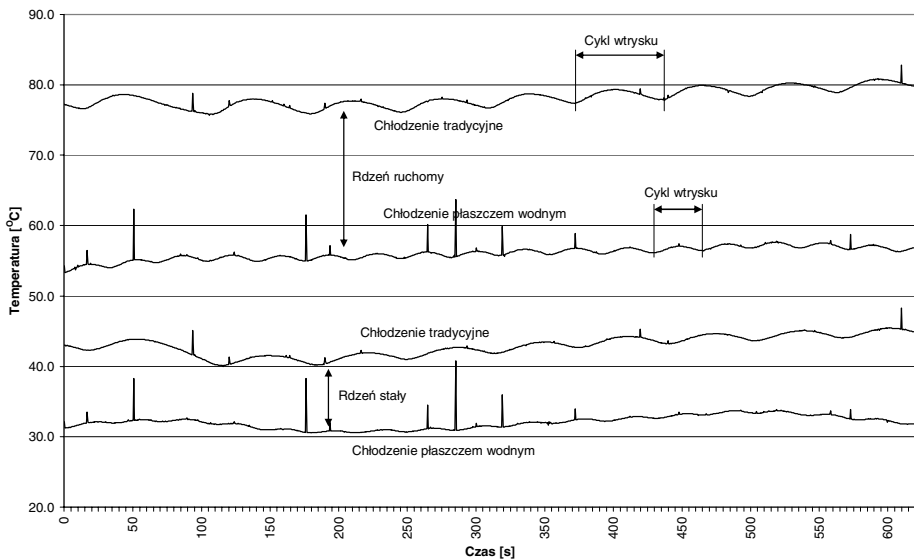
Rys. 6. Obudowa lampy halogenowej z czujnikiem ruchu



Rys. 7. Forma wtryskowa podczas eksploatacji (podłączony tradycyjny układ chłodzenia)

W dalszej części badań zmieniono sposób chłodzenia formy na chłodzenie płaszczem wodnym. Podobnie jak poprzednio, określono czas cyklu – wyniósł on 32 sekundy. Rozpoczęto eksploatację formy, jednocześnie rejestrując zmiany jej temperatury.

Na rysunku 8 pokazano wykres zmian temperatury formy podczas jej eksploatacji.



Rys. 8. Temperatura elementów formy

Podsumowanie

Na podstawie analizy wyników pomiarów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Chłodzenie formy płaszczem wodnym umożliwiło znaczne skrócenie czasu cyklu (58 s podczas chłodzenia tradycyjnego – 32 s podczas chłodzenia płaszczem wodnym).
2. Wykonanie kanałów chłodzących wewnątrz rdzenia ruchomego umożliwiło obniżenie jego temperatury z ok. 75°C do ok. 55°C.
3. Chłodzenie płaszczem wodnym spowodowało obniżenie temperatury formy (mierzonej wewnątrz rdzenia stałego) z ok. 45°C do ok. 35°C.
4. Zaobserwowano znaczne zmniejszenie skurczu elementu po zastosowaniu chłodzenia płaszczem wodnym.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn. „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.

Bibliografia

1. Bak J.V. i inni: Diffusion bonded tooling with conformal cooling. EP 1 247 610 A2, European Patent Office, 2002.
2. Hern J.P.: Method for molding a product and a mold used therein. US 2004/0222566 A1, United States Patent Office, 2004.
3. Himmer T., Nakagawa T., Anzai .N. Lamination of metal sheets. Computers in Industry 29(1999), s. 27–33.
4. Mold, method of manufacturing mold, block for forming heat exchange flow passage, and molded product. WO 2006/030503 A1, Japan Patent Office, 2006.
5. Wolf W.: Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen. DE 102 36 523 A1 2004.02.19, Deutsches Patent- und Markenamt, 2004.

Recenzent:
Leon KUKIEŁKA

The segment-glued injection mould

Key words

Injection mould, gluing.

Summary

An injection mould has been designed and made during the realisation of research project No. PW-004/ITE/05/2005. The injection mould is equipped with a cooling jacket. The mould cavity and core have been made using glued elements. The traditional cooling system has also been made. This gives the opportunity for comparing the accuracy of both cooling systems. The injection mould has been equipped with temperature measurement system.