Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych
Polish Society for Composite Materials

Kompozyty 9: 4 (2009) 400-403

KOMPOZYTY
COMPOSITES

Jacek Nabiałek*, Dariusz Kwiatkowski

Politechnika Częstochowska, Instytut Przetwórstwa Polimerów i Zarządzania Produkcją, al. Armii Krajowej 19c, 42-200 Częstochowa, Poland
** Corresponding author. E-mail: nabialek@kpts.pcz.czest.pl*

Otrzymano (Received) 04.03.2009

MODELOWANIE PROCESU OTRYSKIWANIA KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH - WYBRANY PRZYKŁAD

Przedstawiono wyniki komputerowych symulacji procesu otryskiwania wybranego kompozytu polimerowego. W pracy wykorzystano pakiet oprogramowania inżynierskiego CAD/CAM/CAE - I-DEAS NX ver. 11 do modelowania przestrzennego wypraski. Do badań symulacyjnych wykorzystano program symulacyjny Moldflow Plastics Insight ver. 6.1. Do symulacji zastosowano wypraskę, która składa się z dwóch elementów: elastycznej membrany i sztywnego korpusu. Przeprowadzano symulację komputerową wtryskiwania membrany oraz otryskiwania jej kompozytem polimerowym. Zastosowano dwa różne materiały polimerowe: termoplastyczny elastomer Evoprene G 968 (membrana) oraz kompozyt polipropylenu z kredą Isofil H 40 C2 F NAT (korpus). Wyniki symulacji procesu wtryskiwania i otryskiwania przedstawiono w postaci graficznej. Badano wpływ gorącego kompozytu na otryskiwaną membranę. Stwierdzono, iż materiał membrany zostanie częściowo ponownie uplastyczniony podczas procesu otryskiwania. Analizowano między innymi rozkład temperatury, ciśnienia, szybkości ścinania. Wyniki badań mają charakter wstępny. Planuje się analizę chłodzenia i skurczu przetwórczego w ramach dalszych badań. Przewiduje się porównanie symulacji z procesem rzeczywistym.

Słowa kluczowe: kompozyty, proces wtryskiwania, otryskiwanie, symulacje komputerowe

OVERMOLDING PROCESS MODELING OF THE POLYMER COMPOSITES - SELECTED EXAMPLE

In the paper results of computer simulations of the overmolding process of selected polymer composite were presented. At work the package of providing the engineering software CAD/CAM/CAE – I-DEAS NX ver. 11 to plastic parts spatial modeling, were used. For simulation research - simulation software Moldflow Plastics Insight ver. 6.1 was used. A molded part was used to the simulation, which contains elements: elastic membrane and rigid body. Computer simulations were preformed for injection of membrane and its overmolding with polymer composite. Materials for which investigations were performed are: thermoplastic elastomer Evoprene G 968 (membrane) and polypropylene composite with Isofil H 40 C2 NAT chalk (body). The results of the injection molding and overmolding simulation were presented in the graphical way. The hot composite influence on overmolding membrane was examinated. It is proved that membranes' material will be partially plasticized again during overmolding process. Hot composite (temperature over 200°C) which overflows cold membrane causes membrane material passing into plastic state. We may assume that permanent connection membrane with composite will take place. Temperature, pressure and shear rate were analyzed. The analysis of simulation research results helps us assert that specialist computer programs let us predict appearance of phenomena specific for given (processing ???). Modern simulation programs ensure us true reality projection (if we assume that initial and boundary conditions which were entered are correct and that material data of processing composite is reliable). Simulation programs let us model wider and wider scale of polymer composites processing. The results of investigation have preliminary character. Cooling, shrinkage and warpage analysis will be planned within the limit of further research. Valuation of research results reliability will be possible after reference them to real process, what authors of present research paper intend to do in near future.

Keywords: composites, injection molding, overmolding, computers simulation

WSTĘP

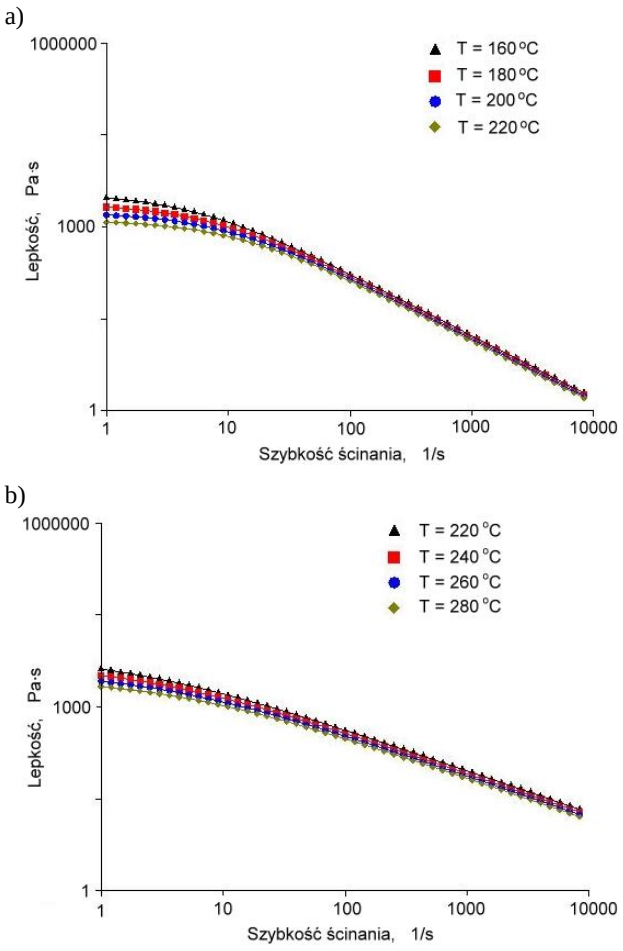
Przetwórstwo tworzyw sztucznych i ich kompozytów metodą wtryskiwania jest procesem szeroko stosowanym w wielu gałęziach współczesnego przemysłu. Udział tworzyw napełnionych (kompozytów) w produktach przeznaczonych do wykorzystania nie tylko w życiu codziennym stale rośnie. Coraz częściej wykorzystuje się w praktyce odmianę wtryskiwania nazywaną otryskiwaniem. Elementem otryskiwanym może być zarówno kształtka metalowa umieszczona w formie wtryskowej, jak i wypraska polimerowa wykonana metodą wtryskiwania. Niniejsza praca stanowi próbę wykazania przydatności komputerowych symulacji komputerowych procesu otryskiwania elastycznej membrany polimerowej kompozytem polipropylenu z kredą.

METODYKA BADAŃ

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki uzyskane podczas symulacji komputerowej procesu otryskiwania elastycznej membrany kompozytem polipropylenu z kre-

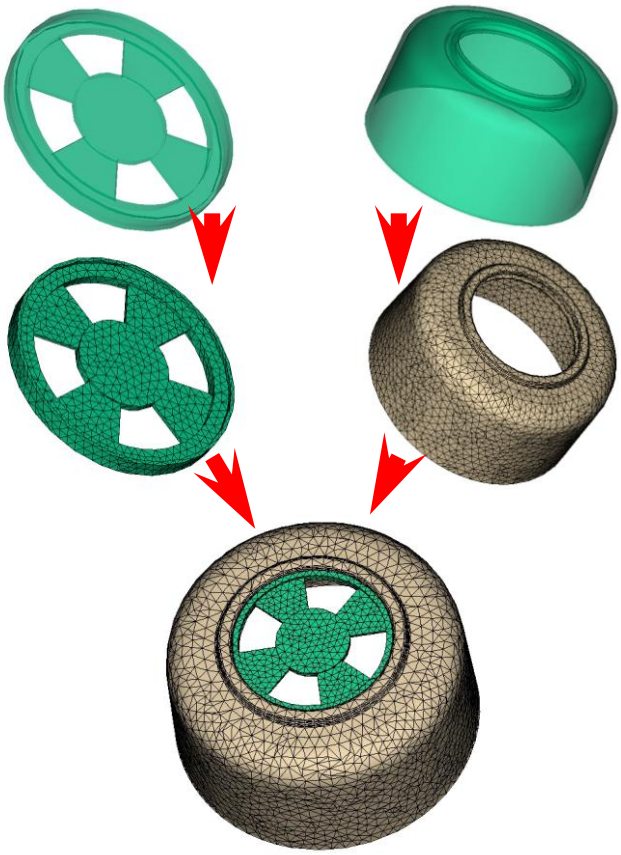
dą. Jako materiał membrany zastosowano tworzywo firmy Alpha-Gary o nazwie handlowej Evoprene G 968. Jest to elastomer termoplastyczny (TPE) - kopolimer blokowy SEBS. Jako materiał korpusu wypraski zastosowano kompozyt polipropylenu firmy SIRMAX o nazwie handlowej Isofil H 40 C2 F NAT. Zawartość wagowa kredy wynosiła 40%.

Do badań symulacyjnych wykorzystano profesjonalny program komputerowy Moldflow Plastisc Insight w wersji 6.1. Do poprawnego przeprowadzenia analiz konieczne stało się wprowadzenie danych materiałowych. Wykorzystano w tym celu bazę danych, będącą integralną częścią programu symulacyjnego. Na rysunku 1 przedstawiono krzywe płynięcia zastosowanego do badań kompozytu oraz tworzywa, z którego wykonana została membrana.



Rys. 1. Krzywe płynięcia: a) Evoprene G 968, b) Isofil H 40 C2 F NAT
Fig. 1. Flow curves: a) Evoprene G 968, b) Isofil H 40 C2 F NAT

Na rysunku 2 przedstawiono model przestrzenny wypraski oraz nałożoną na ten model siatkę MES. Przeprowadzenie symulacji wymagało zastosowania modelu spełniającego szczególne wymagania (ilość elementów skończonych przypadających na grubość ścianki wypraski nie mogła być mniejsza niż sześć). Dodatkowo wymuszono uwzględnienie efektów bezwładności i grawitacji w obliczeniach numerycznych.



Rys. 2. Model MES wypraski
Fig. 2. FEM model of molded part

Badania symulacyjne przeprowadzono przy założeniu zastosowania jednej formy wtryskowej (obrotowej). Warunki prowadzenia procesu wtryskiwania i otryskiwania:

- temperatura formy 45°C (wtryskiwanie i otryskiwanie),
- temperatura wtryskiwania i otryskiwania 180°C,
- maksymalne ciśnienie wtryskiwania 800 bar (wtryskiwanie i otryskiwanie),
- objętościowe natężenie przepływu 30 cm^3/s (wtryskiwanie i otryskiwanie),
- czas chłodzenia 10 s (wtryskiwanie),
- czas chłodzenia 20 s (otryskiwanie).

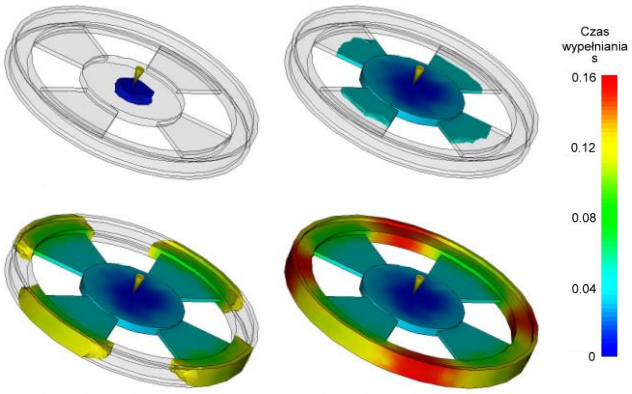
WYNIKI BADAŃ

Na rysunku 3 zaprezentowano wyniki symulacji procesu wtryskiwania elastycznej membrany (wypełnianie gniazda formy wtryskowej).

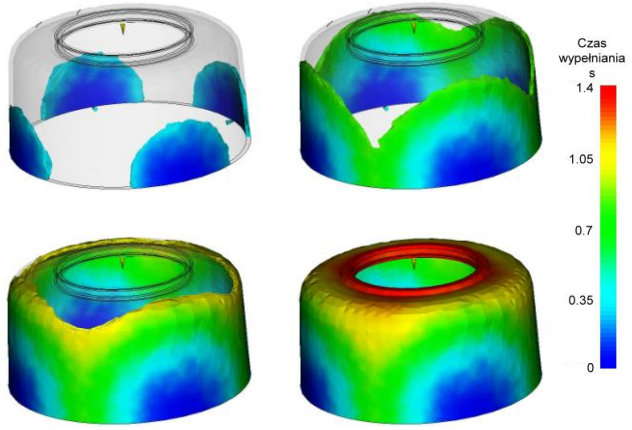
Na rysunku 4 przedstawiono wyniki symulacji procesu otryskiwania wtryśniętej wcześniej elastycznej membrany kompozytem polipropylenu z kredą (wypełnianie gniazda formującego). Na rysunku 5 przedstawiono przewidywany region, w którym nastąpi ponowne uplastycznienie membrany podczas otryskiwania jej kompozytem. Gorący kompozyt (temperatura powyżej 200°C) opływający zimną membranę spowoduje przejście w stan pla-

 All rights reserved

styczny materiału membrany w regionie zaznaczonym na rysunku 5. Można przypuszczać, iż w tym regionie nastąpi trwałe połączenie membrany z kompozytem.



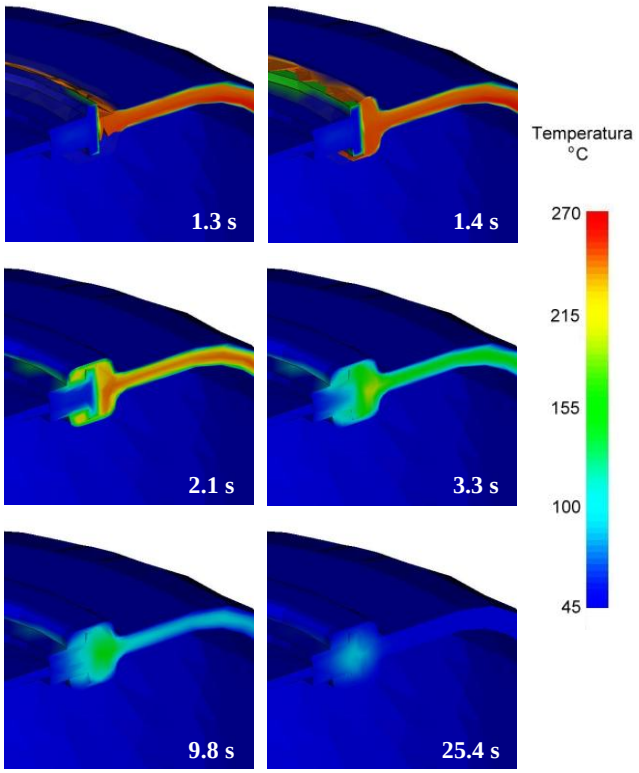
Rys. 3. Wyniki symulacji wypełniania części membranowej wypraski
Fig. 3. Results of membrane part filling simulation



Rys. 4. Wyniki symulacji wypełniania korpusu wypraski
Fig. 4. Results of body part filling simulation

Rys. 5. Strefa ponownego uplastycznienia otryskiwanej membrany
Fig. 5. Re-melt zone of overmolded membrane

Szczegóły przewidywanego opływania membrany przez kompozyt pokazano na rysunku 6 (rozkład temperatury obu tworzyw podczas opływania). W celu dobrej wizualizacji przedstawiono zbliżenie na przekrój regionu łączenia się tworzyw.



Rys. 6. Rozkład temperatury podczas otryskiwania membrany
Fig. 6. Temperature distribution during membrane overmolding

WNIOSKI

Analiza wyników badań symulacyjnych pozwala stwierdzić, iż specjalistyczne programy komputerowe umożliwiają przewidywanie wystąpienia zjawisk specyficznych dla danego procesu przetwórstwa. Współczesne programy symulacyjne zapewniają zadowalająco wierne odwzorowanie rzeczywistości (przy założeniu poprawności wprowadzonych warunków początkowych i brzegowych oraz wiarygodności danych materiałowych przetwarzanego kompozytu) [1-6].

Współczesne programy symulacyjne pozwalają modelować coraz szerszą gamę procesów przetwórstwa kompozytów polimerowych.

Ocena wiarygodności uzyskanych wyników badań będzie możliwa po odniesieniu ich do rzeczywistego procesu, co autorzy niniejszej pracy mają zamiar uczynić w najbliższej przyszłości.

LITERATURA

[1] Ilinca F., Hetu J.F., Three-dimensional Filling and Post-filling Simulation of Polymer Injection Molding, International Polymer Processing 2001, XVI, 3, 291-301.
[2] Yang S.Y., Nian S.C., Sun I.C., Flow Visualization of Filling Process during Micro-Injection Molding, International Polymer Processing, Hanser Verlag, XVII, 2002.
[3] Godec D., Sercer M., Catic I., Analytical and Numerical Calculation of Mould for Injection Moulding of Thermoplastics, Materiały, PPS Ateny 2003.

 All rights reserved

[5] Flitz P.F., Symulacja jest lepsza niż próby, TS Raport 2002, 11-12, 22-25.
[6] Takase M., Katsumoto R., Kegasawa T., Kihara S., Funatsu K., Numerical analysis of polymer melt flow in the nipping region, Polym. Eng. Sci. 2002, 42, 4, 836-845.
[7] Yu L., Koh C.G., Lee L.J., Koelling K.W., Madou M.J., Experimantal Investigation and Numerical Simulation of Injection Molding With Micro-Features, Polym. Eng. Sci. 2002, 42, 5, 871-887.

 All rights reserved