

DARIUSZ SYKUTERA*

PRÓBA WERYFIKACJI WYNIKÓW SYMULACJI PROCESU
WTRYSKIWANIA W WARUNKACH RZECZYWISTYCHTHE ATTEMPTION OF THE VERIFYFICATION RESULTS OF
THE INJECTION MOULDING SIMULATION IN REAL
ENVIROMENT

Streszczenie

W pracy zweryfikowano wyniki symulacji procesu wtryskiwania PA6.6+30%WS w oparciu o badania doświadczalne. Kryterium oceny analizy porównawczej był skurcz i odkształcenia wyprasek. Rozkłady skurczu i odkształcenia wyprasek analizowano w programie symulacyjnym Cadmould. Przeprowadzone analizy porównawcze potwierdzają celowość wykorzystywania symulacji komputerowych na etapach projektowania wyprasek, konstruowania formy i optymalizacji procesu.

Słowa kluczowe: wtryskiwanie, symulacja, skurcz, deformacja, poliamid, wypraska.

Abstract

The paper presented the verification of a simulation and examination results of the injection moulding PA6.6 with 30% GF. A shrinkage and deformation of molded parts were criteria for estimate of a comparative analyze. Shrinkage and deformation in the injection mould were analyzed by the usage of the Cadmould simulation software and were determined by usage a coordinate measuring machine. Comparative analyzes indicate that the injection moulding simulation software is useful for the molded parts designing and, mould constructing and also for the optimization injection moulding process.

Keywords: injection moulding, simulation, shrinkage, deformation, polyamide, molded part

* Dr inż. Dariusz Sykutera, Katedra Techniki Tworzyw, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.

1. Wprowadzenie

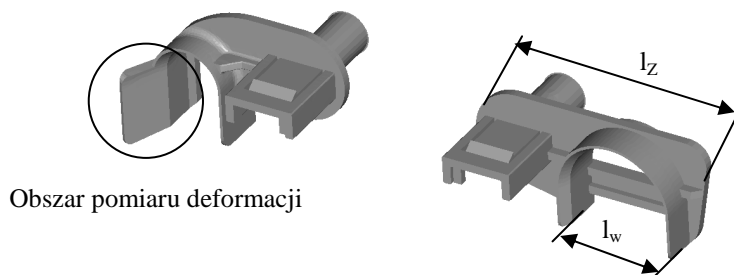
Zastosowanie programów CAE wydatnie skraca czas dochodzenia do właściwego rozwiązania na każdym etapie projektowania i produkcji wyprasek. Rezultaty symulacji wykorzystuje się w pracach projektowych dotyczących geometrii wypraski i konstrukcji formy wtryskowej, a także jako narzędzie do optymalizacji procesu wtryskiwania [1-5].

Wartość wyników symulacji jest uzależniona od przyjętego w algorytmie programu modelu matematycznego, opisującego podstawowe procesy uplastyczniania, transportu i właściwości tworzyw polimerowych, a także jest pochodną jakości przygotowania modelu wypraski. Przydatność wyników zależy także od przyjęcia prawidłowych założeń dotyczących modelu wypraski, nastaw procesowych oraz geometrii przewężki itd. [1, 2, 5].

Celem pracy było porównanie wybranych wyników symulacji numerycznej procesu wtryskiwania z rezultatami eksperymentu doświadczalnego, przy zachowaniu tych samych warunków realizacji prób.

2. Metodyka badań

Zakres pracy obejmował wykonanie badań symulacyjnych i doświadczalnych na przykładzie wyprasek wykonywanych z PA6.6+30% WS, stosowanych w przemyśle samochodowym. Do prób użyto tworzywa Technyl A218 V30 34N6 firmy Rhodia. W oparciu o rzeczywiste cechy geometryczne wytworu, wykonano jego modelu numeryczny w programie Catia v5 (Dassault Systemes) (rys. 1). Numeryczny model wyprasek uwzględniał fakt, że do ich produkcji użyto formy wtryskowej wielogniazdowej o różnej geometrii gniazd (tzw. forma rodzinna). Symulacje procesu wtryskiwania przeprowadzono w programie Cadmould wersja 3.27 (Simcon). Eksperyment zrealizowano w warunkach produkcyjnych w firmie Graform z Bydgoszczy, przy wykorzystaniu formy 4-gniazdowej, zamocowanej na wtryskarkce Krauss Maffei KM 130-750 CX.



Rys. 1. Modele wyprasek z PA6.6 +30% WS użyte w badaniach

Fig. 1. PA 6.6+30% GF models of molded parts which were used in the tests

Zarówno doświadczenie, zrealizowane w warunkach produkcyjnych, jak i próby symulacyjne przeprowadzono zgodnie z programem badań, przy czym zmiennymi były: temperatura formy, ciśnienie docisku oraz czas wtrysku i docisku. Przyjęcie określonych wartości zmiennych wynikała z wcześniejszych obserwacji procesu

wtryskiwania prowadzonych w firmie Graform (tab. 1). Pozostałe parametry procesu wtryskiwania wynosiły: ciśnienie wtrysku – 100 MPa, temperatura wtryskiwania – 295 °C, czas docisku – 10 sekund. Kryterium porównawczym wyników symulacji i badań doświadczalnych był skurcz i odkształcenia wypraski. Wymiary liniowe, w tym l_w i l_z (rys. 1) mierzono za pomocą maszyny współrzędnościowej MISTRAL (Brown&Sharp).

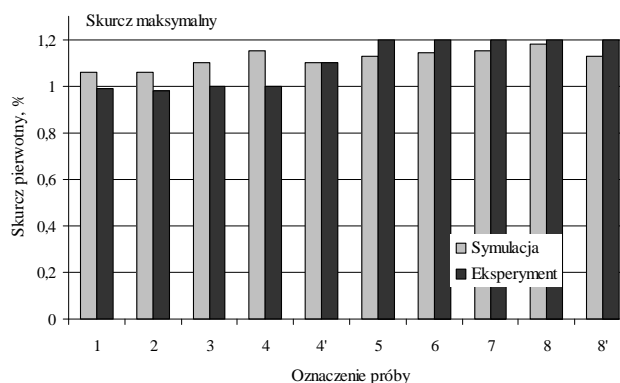
Tabela 1

Program badań zrealizowany w badaniach symulacyjnych i doświadczalnych

Numer próby/nastawy	1	2	3	4	4'	5	6	7	8	8'
Temperatura formy, °C	50	50	50	50	50	70	70	70	70	70
Ciśnienie docisku, MPa	35	10	35	35	35	35	10	35	35	35
Czas wtrysku, s	1,7	1,7	1,7	3,5	1	1,7	1,7	1,7	3,5	1
Czas chłodzenia, s	12	12	20	12	12	12	12	20	12	12

3. Dyskusja wyników

Różnice pomiędzy wynikami skurczu, obliczonymi na podstawie danych eksperymentalnych i wyznaczone z obrazów symulacyjnych sięgają do 20% wartości maksymalnej skurczu. Dotyczy to zarówno wymiarów zewnętrznych i wewnętrznych wyprasek, jak również skurczu w obszarze ścianki wypraski (rys. 2, tab. 2). Różnice w wartościach skurczu tylko w jednym przypadku przekroczyły wartość 0,2%. Na podstawie wyników badań numerycznych stwierdzono, że realizowanie prób wtryskiwania poliamidu według przyjętego programu (tab. 1) nie wpływa istotnie na zmiany deformacji wyprasek. Wartość maksymalnego odkształcenia wyniosła od 0,56 do 0,60 mm. Wyniki te są również zgodne z zarejestrowanymi wartościami odkształceń w próbach rzeczywistych (maksymalne różnice na poziomie 0,1mm).

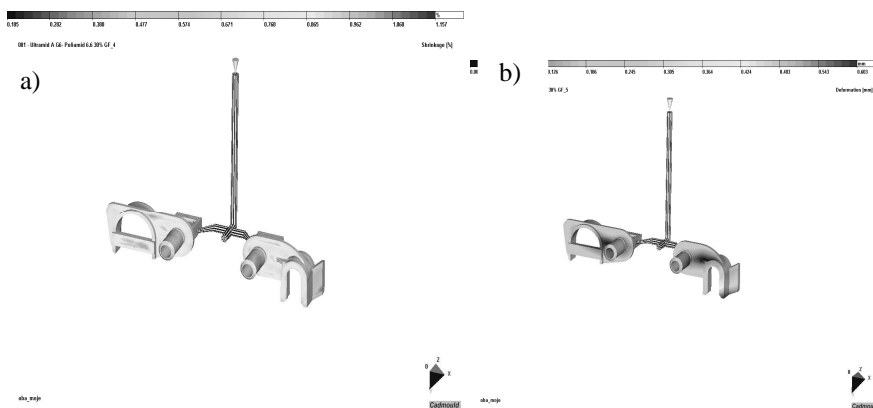


Rys. 2. Porównanie wartości maksymalnego skurczu wyznaczonego w symulacji i obliczonego na podstawie pomiarów wyprasek (oznaczenie prób zgodnie z tab. 1)

Fig. 2. Comparison of maximum shrinkage determined from simulation and calculated on the basis of measurement of molded parts (test designation according to tab. 1)

Różnice pomiędzy wartością skurczu wyznaczoną z wyników symulacji oraz obliczoną na podstawie pomiarów wyprasek

Różnice skurczu %	1	2	3	4	4'	5	6	7	8	8'
dla wymiaru l_z	0,11	0,12	0,17	0,09	0,15	0,11	0,21	0,21	0,19	0,25
dla wymiaru l_w	0,16	0,09	0,18	0,18	0,18	0,09	0,08	0,16	0,16	0,06



Rys. 3. Przykładowe wyniki badań symulacyjnych: a) rozkład skurczu, b) rozkład deformacji
Fig. 3. Exemplary results of the simulation tests of shrinkage (a) and deformation distribution (b)

4. Podsumowanie

Programy symulacyjne są pomocnym narzędziem do analizy przebiegu konstrytuowania się wypraski w gnieździe formy. Przy dobrych założeniach wstępnych oraz poprawnie wykonanym modelu numerycznym istnieje możliwość uzyskiwania wyników symulacji zbliżonych do uzyskiwanych w warunkach rzeczywistych. Powiązanie możliwości monitorowania zmian ciśnienia i temperatury w gnieździe będzie w najbliższej przyszłości stanowiło istotne narzędzie do wspomagania projektowania wyprasek o skomplikowanych kształtach. Konstruowanie form wtryskowych bazujące jedynie na doświadczeniu i intuicji konstruktora, czy też próbach praktycznych staje się we współczesnym przetwórstwie niewystarczające.

Literatura

- [1] Bociąga E., *Procesy determinujące przepływ w formie wtryskowej i jego efektywność*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2001.
- [2] Wilczyński K., *Polimery*, 1999, 44, 407.
- [3] Chen S.C, Chang Y.P., Chang C.Y., Hung H.W., Yang W.H., ANTEC, 2008, 1504.
- [4] Shen C., Xiaorong Y., Qian Li, ANTEC 2005, 516.
- [5] Michaeli W., Schmachtenberg E., Bussmann M., Brinkmann M., Renner B., ANTEC 2006, 1314.
- [6] Sykutera D., Hejnowski M., *Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją*, 4, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, 255.