

Odkształcenia wyprasek wtryskowych z tworzyw kompozytowych

Streszczenie: Odkształcenia wyprasek wtryskowych, ich dokładność kształtów i wymiarów zależą od wielu czynników, w tym od konstrukcji wyprasek, konstrukcji form wtryskowych, parametrów technologicznych wtryskiwania i rodzaju przetwarzanego tworzywa. W pracy przedstawiono niektóre z powyższych zależności oraz symulację procesu wtryskiwania.

Słowa kluczowe: kompozyty, skurcz przetwórczy, odkształcenia wyprasek, symulacja numeryczna wtryskiwania

Research on composite material injected parts deformation

Summary: Injected part deformations, their shape and dimensions accuracy depend on many factors, including plastic parts geometry, injection mold design, injection process technology parameters and the material kind. The paper presents chosen of aforementioned dependencies. Additionally the numerical simulation of plastic part injection process has been described and illustrated with MCAD UGS Solid Edge V17 and CAE Moldflow Plastic Advisers 7.0 software.

Key words: composite material, injection mold, process shrink, injected part deformation, numerical simulation

Wstęp

W procesach recykulacji tworzyw polimerowych bierze udział wiele ich rodzajów i jeżeli jest to możliwe nawraca się je do przetwórstwa pojedynczo lub tworzy z nich kompozyty. Rodzajów i odmian tworzyw, zwłaszcza kompozytowych jest bardzo dużo co wynika m. innymi z różnych procentowych udziałów składników. W procesach produkcyjnych znaczącą rolę może mieć stosowanie różnych tworzyw przy użyciu tych samych maszyn i narzędzi przetwórczych. Dotyczy to szczególnie wtryskiwania, gdzie koszt formy wtryskowej jest często bardzo wysoki. Aby móc realizować powyższe zamierzenia, ważne staje się poznanie odkształceń wyprasek wtryskowych powstających na różnych etapach ich wytwarzania. Odkształcenia wyprasek, ich dokładność kształtów i wymiarów zależą od wielu czynników, w tym od konstrukcji wyprasek, konstrukcji form wtryskowych, parametrów technologicznych wtryskiwania i rodzaju przetwarzanego tworzywa.

Dokładność wymiarową wyprasek kształtuje się na poszczególnych etapach ich wytwarzania. Decydujące są jednak czynniki związane z gniazdem formującym formy, dodatkowo, często niemożliwe do skorygowania, jeżeli forma jest już wykonana. Do czynników tych zalicza się głównie geometrię wypraski i gniazda, rodzaj i miejsce wlewu oraz układ chłodzenia, a ich wpływ zależy od doświadczenia projektanta wypraski i formy.

Ułatwieniem są tutaj techniki symulacji, których zastosowanie staje się niekiedy koniecznością. Są one znacznie tańsze od prób warsztatowych.

Wymiary nominalne gniazda przyjmuje się na podstawie konstrukcyjnych wymiarów wypraski z uwzględnieniem najbardziej prawdopodobnej wartości skurczu, którego dokładne określenie jest często trudne ponieważ zależy od struktury tworzywa, gęstości, orientacji cząsteczek i napelniaczy.

Odkształcenia segmentu nawierzchniowego

Wytworem, dla którego podjęto próbę wyznaczenia odkształceń wyprasek jest płyta nawierzchniowa uniwersalna [2,3]. Uniwersalność płyty polega na tym, że może mieć różne wymiary i można ją układać na różne podłoża i w różnych miejscach tzn. w pomieszczeniach zamkniętych, zadaszonych i na wolnym powietrzu, na podłogi, ściany, sufity i jako wolnostojącą np. spełniającą funkcję osłony wygłuszającej dla ciągów komunikacyjnych [1].

Płyta składa się z segmentów mających czopy i gniazda. Segmenty mogą być niesymetryczne - rys.1b lub symetryczne – rys.1c. Wytworzono je metodą wtryskiwania na wtryskarce ślimakowej i w formie wtryskowej wzornikowej. Do oznaczania skurczu użyto próbek wykonanych przy pomocy wzorników.

Wtryskiwanie segmentów przeprowadzono w takich samych warunkach jak próbek do oznaczania skurczu, a następnie obliczono luzy w parach elementów łączących segmenty w płytę. Wartości luzów połączeń pokazano w tabelicy 1.

Wartości luzów sprawiają, że segmenty niesymetryczne nie można złożyć w płytę pomimo poprawnej korekcji wymiarów formy w stosunku do wymiarów konstrukcyjnych wypraski. Celem pozyskania dodatkowych możliwych informacji, dotyczących procesu wypełniania gniazda formującego materiałem polimerowym, przeprowadzono symulację numeryczną danego procesu w przypadku obydwu analizowanych wyprasek [4,5,6].

Model 3D MCAD obiektów wykonano w środowisku UGS Solid Edge V17, natomiast symulację procesu wtryskiwania przeprowadzono w systemie CAE Moldflow Plastic Advisers – Part & Mold 7.0. Pozyskano informację na temat wartości następujących wielkości fizycznych, dotyczących analizowanego procesu w przypadku obydwu przedmiotów: czas wypełniania gniazda, spadek ciśnienia wtryskiwania wewnątrz gniazda, średni rozkład temperatury formowanych wytworów podczas procesu ich wtryskiwania, zoptymalizowaną wartość czasu chłodzenia wyprasek, zobrazowanie współczynnika wypełnienia gniazda, prognozowaną jakość wytworzenia przedmiotów i wektorową interpretację rozplywu materiału polimerowego w gnieździe..

Tablica 1. Wartości luzów połączeń w segmentach niesymetrycznych i symetrycznych

Rodzaj tworzywa	Luz połączeń w segmentach niesymetrycznych, mm				Luz połączeń w segmentach symetrycznych, mm			
	$L_{g1}-L_{c1}$	$L_{g2}-L_{c2}$	$L_{g3}-L_{c3}$	$L_{c4}-L_{g4}$	$L_{g1}-L_{c1}$	$L_{g2}-L_{c2}$	$L_{g3}-L_{c3}$	$L_{c4}-L_{g4}$
PS	+ 0,43	+ 0,09	- 0,62	+ 0,1	+ 0,73	+ 1,17	+ 0,73	+ 0,44
PP	+ 0,19	- 0,02	- 1,12	+ 0,02	+ 0,57	+ 1,06	+ 0,04	+ 0,70
PP+20%G	+ 0,34	+ 0,12	- 0,88	+ 0,12	+ 0,32	+ 1,25	+ 0,48	+ 0,92

Uzyskane informacje umożliwiają weryfikację założeń technologicznych z wynikiem pozytywnym, ponieważ wartości wyników badań numerycznych są odpowiednio zbliżone do wartości pomiarów prowadzonych bezpośrednio podczas trwania procesu wytwarzania obiektów rzeczywistych. Przeprowadzono więc korekcję wymiarów formy w stosunku do wymiarów konstrukcyjnych wypraski z tym, że wymiary formy odpowiedzialne za wymiary wypraski L_{g3} i L_{c3} skorygowano do wartości 1,0 mm. Po wykonaniu gniazda przeprowadzono wtryskiwanie segmentów symetrycznych z tych samych tworzyw i w takich samych warunkach jak segmentów niesymetrycznych. Wartości luzów połączeń pokazano w tablicy 1.

Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja analizy odkształceń wyprasek wtryskowych i jej weryfikacja doświadczalna wykazała, że w procesach produkcyjnych można w określonych warunkach stosować różne tworzywa, w tym kompozytowe, przy użyciu tych samych form wtryskowych. Dalszym etapem pracy będzie zasymulowanie procesu wytwarzania badanych przedmiotów w środowisku Moldflow Plastic Insight 5.0, co pozwoli na dokładne oszacowanie odkształceń wyprasek, a także optymalizację ich kształtu ze względu na określoną funkcję celu.

Literatura

- [1] Śliwa W., Konieczka R.: Recykulacja w Budowie Maszyn. XII Konferencja. Bydgoszcz 2003.
- [2] Śliwa W., Konieczka R., Zimniak J.: Wykładzina nawierzchniowa. Wzór przemysłowy nr W. 21953.
- [3] Śliwa W., Konieczka R., Zimniak J.: Segment wykładziny nawierzchniowej. Wzór przemysłowy nr W. 21954.
- [4] Łokieć A.: Rozwój konstrukcji form wtryskowych. Symulacja procesu wtrysku opierająca się na programie Cadmould. PLASTECH. Wydawnictwo Poradników i Książek Technicznych. Warszawa 2003 r.
- [5] Budzyński A., Bieniaszewski W., Strzyż R., Bieliński M.: Konferencja „Materiały polimerowe i ich przetwórstwo”. Politechnika Częstochowska. 2004.
- [6] Kazimierzczak G., Pacula B., Budzyński A.: Solid Edge – komputerowe wspomaganie projektowania. Wydawnictwo HELION. Gliwice 2004r.