

Analiza numeryczna *MES* procesu wytwarzania wypraski z uwzględnieniem przetwórczych odkształceń skurczowych, jako przykład wymiany danych między *UGS SOLID EDGE v17*, a wybraną aplikacją *CAE*

Dr inż. **WOJCIECH ŚLIWA**
MICHAŁ BACHAN

Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Mgr inż. **GRZEGORZ KAZIMIERCZAK**
GM System, Wrocław

Jednym z głównych problemów współczesnego przetwórstwa materiałów polimerowych jest zagospodarowanie odpadów. Ich składowanie jest względnie drogie, natomiast likwidacja z zastosowaniem metod tradycyjnych (przede wszystkim poprzez spalanie) powoduje zanieczyszczanie środowiska naturalnego.

Uważa się, iż możliwe jest ponowne wykorzystanie (recyrkulacja) znacznej większości odpadów polimerowych, z tym jednakże zastrzeżeniem, że wytworzone w ten sposób elementy cechować się będą względnie gorszym wyglądem.

Dlatego korzystna jest recyrkulacja odpadów polimerowych polegająca na ich zastosowaniu do produkcji elementów, od których nie oczekuje się estetycznego wyglądu, lecz funkcjonalności.

Przykładem takiego produktu jest uniwersalna płytka szybkozłączna, którą można wykorzystać jako bułeczek do wykonania np. ekranów dźwiękochłonnych lub paneli podłogowych (rys. 1). Montaż płytek polega

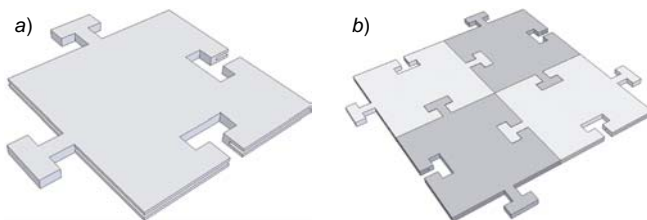
na wprowadzaniu odpowiadających sobie czopów do gniazd wraz z ich ustaleniem przy pomocy rowków i wpustów.

Dzięki zastosowaniu narzędzi numerycznych, wykorzystujących *MES*, możliwa jest symulacja danego procesu wytwarzania, celem prognozowania wartości jego wybranych parametrów technologicznych. W pracy zaprezentowano wyniki analizy *MES* procesu wtryskiwania tego produktu z uwzględnieniem jego przetwórczych tendencji skurczowych.

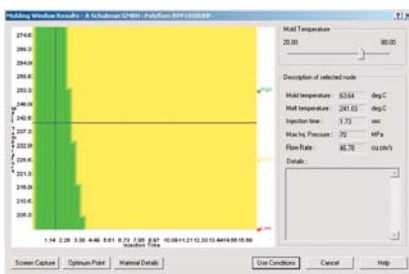
Analiza *MES* procesu wtryskiwania płytki szybkozłącznej

Numeryczny zapis docelowej geometrii produktu wygenerowano w systemie 3D *MCAD* *UGS Solid Edge v17*, a następnie za pośrednictwem formatu *.stl wyeksportowano do aplikacji *CAE* *MPA Moldflow 7.0*, w której wykorzystuje się Metodę Elementów Skończonych do symulacji procesu wtryskiwania polimerów.

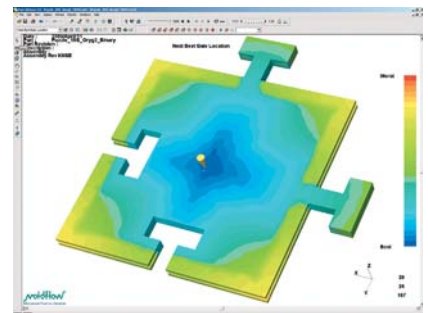
Dzięki pracy w systemie *Moldflow* możliwe jest zoptymalizowanie wybranych warunków brzegowych analizy, w tym: temperatury uplastycznienia tworzywa, temperatury formy i ciśnienia wtrysku (rys. 2), a także lokalizacji punktu wtrysku (rys. 3). Po przeprowadzeniu analizy z zastosowaniem optymalnych wartości parametrów procesu, uzyskano wyniki rozkładów: temperatury lokalnej (rys. 4), spadku ciśnienia tworzywa (rys. 5), czasu wypełnienia gniazda (rys. 6) oraz kierunków rozplywu materiału w gnieździe formującym (rys. 7), a także ostatecznej prognozy jakości wypraski (rys. 8).



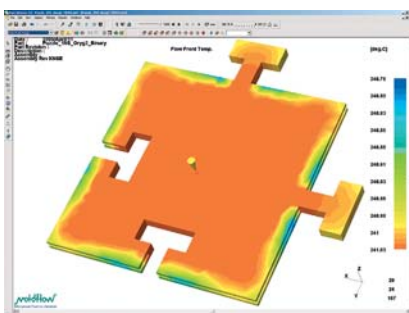
Rys. 1. Model 3D płytki szybkozłącznej (a) i wykonany z jej zastosowaniem fragment panelu podłogowego (b); 1 – czop, 2 – gniazdo, 3 – rowek



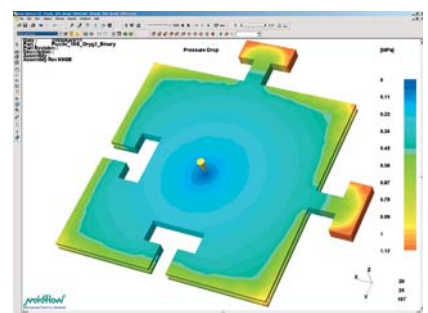
◀ Rys. 2. Okno dialogowe narzędzia *Molding Window*, umożliwiającego optymalizację wartości określonych parametrów technologicznych procesu wtryskiwania



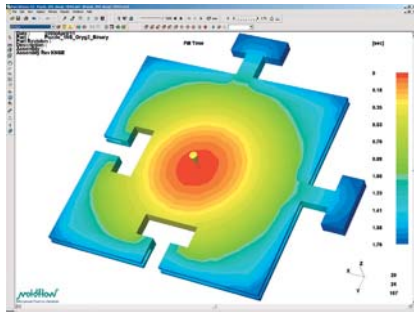
Rys. 3. Wyniki optymalizacji lokalizacji punktu wtrysku – najkorzystniejszy rejon zaznaczono kolorem niebieskim ▶



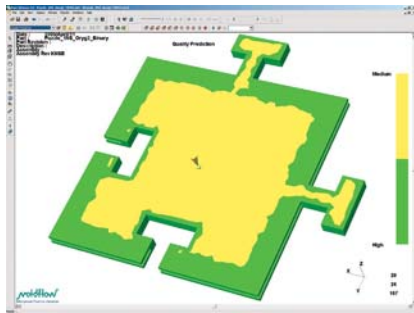
◀ Rys. 4. Wyniki rozkładu temperatury lokalnej tworzywa ▶



Rys. 5. Wyniki rozkładu spadku ciśnienia tworzywa ▶



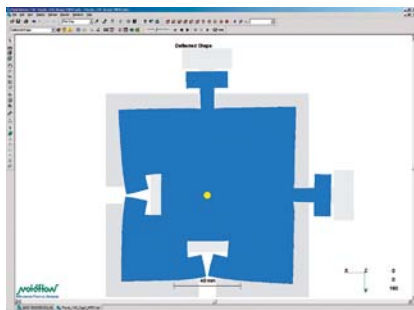
◀ Rys. 6. Wyniki rozkładu czasu wypełnienia gniazda



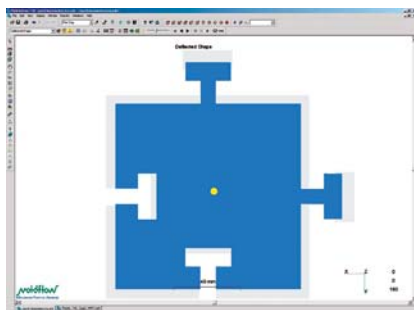
Rys. 8. Ostateczna prognoza numeryczna jakości wypraski

Estymacja porównawcza technologicznych tendencji skurczowych modeli podobnych geometrycznie

Po przeprowadzeniu symulacji procesu wtryskiwania danego elementu, ze szczególnym uwzględnieniem skurczu wytworu, stwierdzono, że założona pierwotnie postać geometryczna jest nietechnologiczna. Analizując wyniki symulacji MES ustalono, iż efektem skurczów części jest zmniejszenie wartości wymiaru montażowego gniazda (rys. 9). Fakt ten w znaczący sposób może utrudnić usuwanie przedmiotu z formy wtryskowej, jak również montaż poszczególnych płytek szybkozłącznych ze sobą.

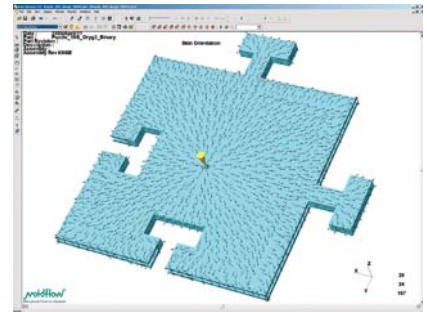


Rys. 9. Analiza technologicznych tendencji skurczowych wytworu w pierwotnej postaci geometrycznej



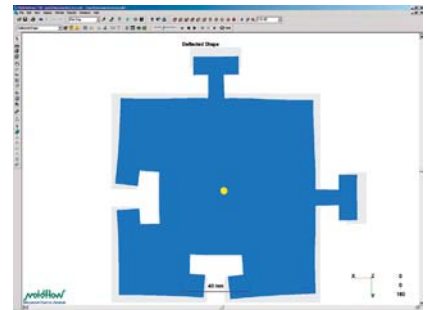
Rys. 10. Analiza technologicznych tendencji skurczowych wytworu w zmodyfikowanej postaci geometrycznej

Geometrię MCAD zmodyfikowano (poprzez usunięcie rowków zlokalizowanych w płaszczyźnie symetrii przedmiotu), po czym powtórzono obliczenia. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż po korekcji geometrii zjawisko skurczu anizotropowego nie występuje (rys. 10). Nie zmienia to jednak faktu, że montaż płytek szybkozłącznych pozbawionych rowków jest jeszcze bardziej utrudniony niż był pierwotnie.



Rys. 7. Numeryczna prognoza kierunków rozplywu materiału w gnieździe formującym ▶

Po dokonaniu kolejnej modyfikacji zaimplementowanej geometrii, polegającej na wielokrotnym zmniejszeniu grubości płytki, raz jeszcze przeprowadzono obliczenia MES. Stwierdzono, że ponownie wystąpiło zjawisko skurczu anizotropowego, lecz jego charakter jest odmienny w porównaniu ze zjawiskiem obserwowanym pierwotnie. W tym przypadku zauważono znaczące zwiększanie się gniazda montażowego (rys. 11), czego efektem mogą być duże problemy montażowe.



Rys. 11. Efekt skurczu anizotropowego płytki, której grubość zmniejszono w porównaniu z wersją pierwotną

*

Przeprowadzono wiele obliczeń MES, na podstawie których otrzymano dane umożliwiające prognozowanie wartości procesów technologicznych wtryskiwania uniwersalnej płytki szybkozłącznej wytwarzanej z odpadów polimerowych.

Wykazano, że proces ten jest nie tylko możliwy, ale opłacalny, ze względu na zwiększanie udziału procentowego odpadów polimerowych poddanych recykulacji.

Analizując wpływ założonego kształtu modelu 3D płytki szybkozłącznej na rodzaj i wielkość technologicznego skurczu wypraski stwierdzono, że, podczas wytwarzania obiektu w pierwotnie założonej postaci zachodzi niekorzystne zjawisko skurczu anizotropowego, którego efektem mogą być ewentualne trudności montażowe.

W wyniku zaproponowanych modyfikacji geometrii zjawisko skurczu zmienia swój charakter. Implikowane w ten sposób odkształcenia wypraski mogą, w porównaniu z modelem pierwotnym, dodatkowo obniżyć funkcjonalność płytki szybkozłącznej. Potwierdzono niewłaściwą postać geometryczną oraz nietechnologiczność produktu. Nakreślono kierunek dalszych badań naukowych, które polegać będą na oszacowaniu wpływu rozmiarów rowków oraz grubości płytki na jej technologiczność i funkcjonalność.

LITERATURA

1. W. ŚLIWA, R. KONIECZKA, J. ZIMNIAK: Segment wykładziny nawierzchniowej.
2. H. ZAWISTOWSKI: Nowoczesne formy wtryskowe. Problemy konstrukcji i użytkowania. Plastech Warszawa 2001.
3. J. PIELICHOWSKI, A. PUSZYŃSKI: Technologia tworzyw sztucznych. WNT Warszawa 1998.
4. R. SIKORA: Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wydawnictwa Edukacyjne Zofii Dobkowskiej. Warszawa 1993.
5. W. SZLEZYNGIER: Tworzywa sztuczne. Wyd. Ośw. FOSZE Rzeszów 1998.