

Marcin Iwanicki*, Tomasz Jachowicz**

OPROGRAMOWANIE I-DEAS® DO MODELOWANIA I SYMULACJI PROCESU WTRYSKIWANIA

WSTĘP

I-DEAS® należy do grupy programów CAD/CAM/CAE, umożliwiającym komputerowe wspomaganie kolejnych faz procesu produkcyjnego, począwszy od projektowania i kreślenia wraz z wykonaniem dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej, poprzez symulację i możliwość wykonania różnorodnych testów kontrolnych (m.in. wytrzymałościowych), aż do wytwarzania (generowanie programów sterujących obrabiarką numeryczną), łącznie ze sferą zarządzania produktem. [8, 9].

Przeznaczony dla przetwórców tworzyw polimerowych pakiet I-DEAS® Mold-Flow Plastics Insight umożliwia symulację i modelowanie zjawisk zachodzących podczas procesu wtryskiwania. Analiza dotyczy zagadnień związanych z procesem wtryskiwania tworzyw termoplastycznych, tworzyw utwardzalnych oraz mieszanek gumowych, oprócz tego wspierane jest projektowanie form wtryskowych [5, 8].

Podstawowe moduły tworzące pakiet I-DEAS® MPI to I-DEAS® MPI/Flow, służący do symulacji i modelowania przepływu tworzywa w układzie kanałów wlewowych i gnieździe formującym oraz proces wypełniania formy wtryskowej, I-DEAS® MPI/Cool przeznaczony do analizy przebiegu ochładzania wypraski oraz MPI/Warp do określania wartości skurczu przetwórczego i stopnia deformacji wypraski. Ponadto występują katalogi standardowych części form wtryskowych (między innymi DME, Hasco, Futaba), danych materiałowych (MDLA) oraz maszyn przetwórczych. Narzędzia do konstrukcji form wtryskowych to I-DEAS® VGX Moldbase oraz I-DEAS® Part Adviser. I-DEAS® VGX Moldbase umożliwia automatyczne dobieranie i składanie poszczególnych elementów wchodzących w skład formy wtryskowej oraz prawidłowe ich pozycjonowanie, w czego efekcie otrzymuje się kompletny złożeniowy model narzędzia [8, 10]. I-DEAS® Part Adviser dostarcza dokładnych informacji na temat położenia linii łączenia się strumieni tworzywa, miejsc zamknięcia pęcherzyków powietrza oraz czasu wypełnienia poszczególnych obszarów gniazda formującego. Możliwe jest również uzyskanie informacji o wartościach temperatury frontu tworzywa podczas wypełniania gniazda formującego oraz wartościach ciśnienia, jakie tworzywo wywiera na ścianki formy [8, 10].

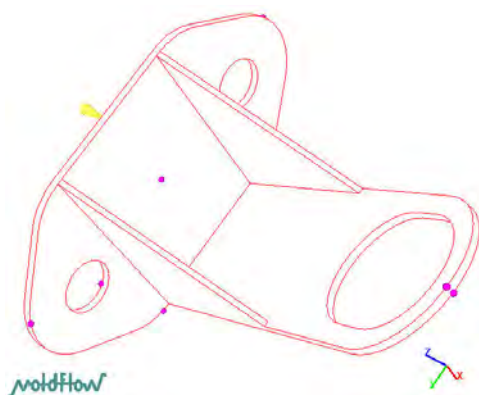
* Marcin IWANICKI – doktorant w Katedrze Procesów Polimerowych, Politechnika Lubelska.

** Tomasz JACHOWICZ – Katedra Procesów Polimerowych, Politechnika Lubelska.

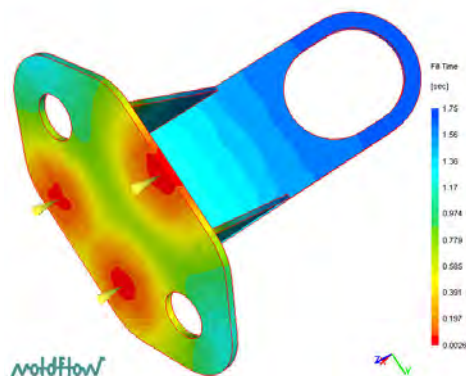
I-DEAS® MPI/FLOW

Moduł I-DEAS® MPI/Flow służy do symulacji fazy wypełniania gniazda formującego formy wtryskowej, zestalania tworzywa w formie i docisku podczas procesu wtryskiwania tworzyw termoplastycznych. Całościowa analiza płynięcia i wynikający z niej opis procesu wtryskiwania ułatwia optymalizację konstrukcji formy, ustalenie parametrów procesu i dobór odpowiedniej wtryskarki w celu uzyskania wypraski o odpowiedniej jakości.

Analizie poddawane są czynniki wpływające na zachowanie się tworzywa w trakcie procesu, m.in. ciśnienie wtryskiwania, grubość ścianek wypraski i temperatura gniazda formującego formy wtryskowej [2, 11]. Podstawowym celem symulacji procesu wtryskiwania jest ustalenie odpowiedniej kombinacji ciśnienia wtryskiwania i temperatury, nie wykraczając przy tym poza zalecany zakres, określony przez właściwości tworzywa przetwarzanego [3, 13]. Dzięki symulacji jest możliwa ocena projektu formy przed jej wykonaniem oraz optymalizacja warunków wtryskiwania. Uzyskuje się dzięki temu skrócenie czasu potrzebnego na wykonanie wytworu, zmniejszenie kosztów wytwarzania, poprawę jakości oraz uniknięcie kosztownych poprawek w konstrukcji formy [1, 4, 12].



Rys. 1. Wynik symulacji przedstawiający położenie komór powietrznych w końcowym stadium wypełniania gniazda formującego (air-traps) [10]



Rys. 2. Symulacja wypełniania gniazda formującego wraz z zaznaczeniem położenia punktów doprowadzenia tworzywa (kanałów przepływowych zakończonych przewężką) [10]

Przygotowanie symulacji zjawisk zachodzących podczas procesu wtryskiwania wymaga wprowadzenia ogólnych charakterystyk dotyczących kształtu i wymiarów wypraski, właściwości tworzywa przetwarzanego i warunków procesu [3, 15]. Opracowany model wypraski i opis matematyczny procesu jest wykorzystywany w kompletnej symulacji wykonywania wypraski wtryskowej i dotyczy zarówno wypełniania gniazda

formującego i docisku, jak również służy do wykonania późniejszej analizy ochładzania wypraski, skurczu przetwórczego i odkształceń wypraski [3, 10, 13].

Geometria modelu trójwymiarowego, w którego skład wchodzi wypraska, układ kanałów wlewowych i rozprowadzających oraz forma, jest definiowana przy pomocy modułu I-DEAS® Finite Element Modeling. Istnieje możliwość generowania modelu automatycznie, półautomatycznie lub interakcyjnie z innych modeli trójwymiarowych wykonanych w systemie I-DEAS®. Funkcje modułu FEM pozwalają na automatyczne generowanie powierzchni środkowej części modelu oraz określanie grubości elementów powłokowych w oparciu o geometrię modelu bryłowego wypraski [8, 16].

Kanały przepływowe, zarówno chłodzone, jak i grzane oraz rodzaj układu wlewowego są modelowane przy pomocy siatki elementów skończonych z zewnętrznym obiegiem lub określonym przez użytkownika przekrojem poprzecznym. Możliwe jest również wprowadzanie stożkowych kanałów przepływowych [7]. Kanał centralny i kanały doprowadzające oraz przewężka są definiowane za pomocą siatki elementów skończonych (bryłowych) lub kombinacji elementów powłokowych, elementów do modelowania kanałów oraz węzłów. Kształt i wymiary powierzchni gniazda formującego są określane automatycznie na podstawie modelu trójwymiarowego wypraski oraz układu przepływowego formy wtryskowej. Rozmiary modelu 3D otrzymanego przy wykorzystaniu siatki elementów skończonych nie są ograniczane liczbą węzłów i elementów cząstkowych, co umożliwia poprawne wymodelowanie wypraski i konstrukcji formy [2, 6].

Trójwymiarowa symulacja uzyskiwana w oparciu o moduł I-DEAS® MPI/Flow umożliwia przeprowadzanie analiz izotermicznych i nieizotermicznych. Program do przetwarzania wyników automatycznie analizuje warunki występujące w różnych obszarach wypraski podczas wypełniania gniazda formującego oraz grupuje wyniki według stopnia ważności. Selekcja rezultatów zapewnia śledzenie najbardziej istotnych informacji. Procedura selekcji wyników podaje wartości minimalnej temperatury frontu strumienia tworzywa, maksymalnego ciśnienia, naprężenia stycznego, szybkości ścinania, temperatury oraz siły zamykającej formę. Dla każdego z czynników wpływających na przebieg procesu wtryskiwania są tworzone wykresy położenia i czasu trwania ekstremum.

Dzięki modułowi I-DEAS® MPI/Flow jest możliwa analiza linii łączenia powstających w miejscach spotkania się strumieni płynącego tworzywa, powodujących m.in. osłabienie i wady powierzchni wypraski. Dobra jakość i właściwe położenie linii łączenia są uzyskiwane poprzez zmianę warunków procesu, zmianę konstrukcji układu kanałów przepływowych, kształtu i wymiaru przewęzek, ich liczby i położenia. Symulacja umożliwia interakcyjną ocenę wpływu zmian jednego lub wielu czynników na jakość i położenie linii łączenia. Dokonywana jest również ocena: położenia kanałów odpowietrzających, kąta łączenia się strumieni płynącego tworzywa, czasu formowania, temperatury frontu tworzywa i stopnia przenikania się strumieni. Pozwala to na dokładne określenie jak przepływa tworzywo w poszczególnych kanałach przepływo-

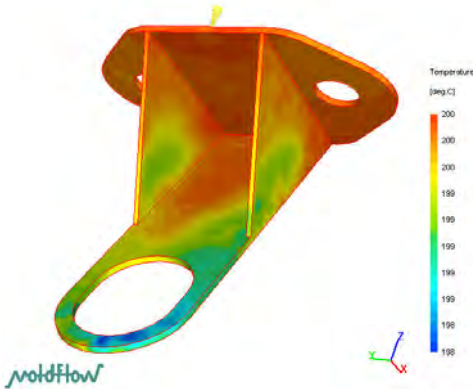
wych i w gnieździe formy. Analiza trwa do chwili, w której cała wypraska jest zestalona, przepływ zakończony, a forma zostaje otwarta.

Wszystkie wyniki analiz wykonanych przy pomocy modułu I-DEAS[®] MPI/Flow mogą być przedstawione w funkcji czasu. Wśród nich można wyróżnić: temperaturę i położenie frontów płynącego tworzywa, ciśnienie, temperaturę warstwicową, temperaturę tworzywa, szybkość ścinania w poszczególnych warstwach, naprężenia ścinające, prędkość przepływu i jej wektory, orientację właściwości, grubość zastygającej ścianki wypraski i kanałów, stopień wypełnienia gniazda formującego, skurcz objętościowy, procentowe zmniejszenie grubości wypraski, przeładowanie gniazda formującego oraz siłę zamykającą. Ponadto jest możliwa optymalizacja wymiarów kanałów przepływowych z automatycznym przeskalowaniem ich wartości na podstawie obliczeń reologicznych oraz automatyczne aktualizowanie modelu. Każdy zbiór wyników może być animowany w funkcji czasu wtryskiwania [9, 16].

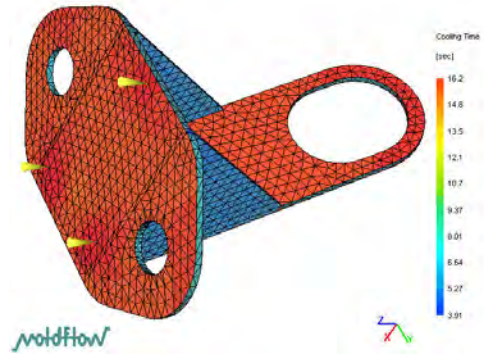
I-DEAS[®] MPI/COOL

Przy pomocy modułu I-DEAS[®] MPI/Cool przeprowadza się analizę ochładzania formy wtryskowej, mającą na celu optymalizację jej projektu z punktu widzenia konstrukcji układu chłodzenia w taki sposób, aby osiągnąć możliwie najbardziej równomierną intensywność ochładzania przy jednoczesnym zachowaniu jak najkrótszego czasu cyklu procesu wtryskiwania. Wyniki analizy ochładzania formy pozwalają na skrócenie czasu cyklu i obniżenie kosztów wytwarzania bez straty jakości wypraski. Projektant formy ma możliwość przeanalizowania oraz szybkiej oceny różnych alternatywnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia, modelując położenie i wymiary kanałów chłodzących w odniesieniu do gniazda formującego, rodzaj medium chłodzącego, natężenie przepływu i wartość temperatury początkowej cieczy chłodzącej. Uzyskanie możliwie równomiernego stopnia odprowadzenia ciepła z formy wtryskowej skutkuje wyraźnym zmniejszeniem wartości skurczu przetworzonego wypraski wtryskowej oraz poprawia jakość jej powierzchni, pozwalając w konsekwencji na otrzymanie produktu o wymaganych walorach użytkowych [2]. Unika się przez to wysokich strat z powodu powstawania wyprasek wadliwych oraz konieczności występowania kosztowych dodatkowych operacji technologicznych, jakim musiałaby być poddawana gotowa wypraska już po zakończeniu procesu wtryskiwania [8, 9].

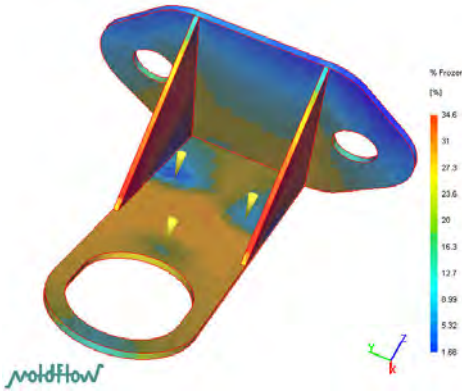
Przestrzenna analiza cieplna wykorzystuje metodę elementów granicznych (przysięciennych) do określenia szybkości przenikania ciepła oraz rozkładu temperatury zarówno w wyprasce jak i w materiale formy wtryskowej. Szybkość przenikania ciepła jest głównym czynnikiem wpływającym na długość fazy ochładzania, a w konsekwencji na czas całego cyklu wtryskiwania. Niejednorodny gradient temperatury w objętości wypraski oraz w formie jest źródłem pojawienia się skurczu oraz innych związanych z nim problemów i kosztów [2, 14].



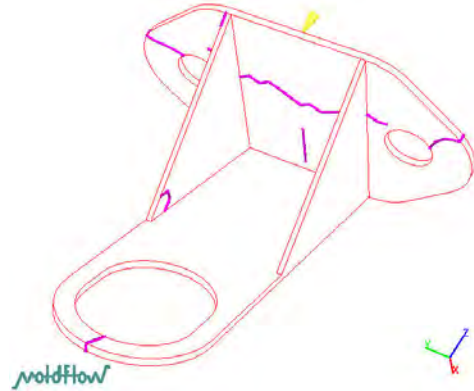
Rys. 3. Rozkład temperatury na powierzchni wypraski [10]



Rys. 4. Symulacja przebiegu ochładzania wypraski [10]



Rys. 5. Graficzne przedstawienie przebiegu zestalania się wypraski w gnieździe formującym



Rys. 6. Położenie frontu zastygającego tworzywa [10]

Wyniki analiz są przedstawiane w postaci graficznej oraz z możliwością animacji w funkcji czasu. Przy pomocy modułu I-DEAS® MPI/Cool w przypadku wypraski można analizować: rozkład temperatury na powierzchni gniazda formującego, rozkład gradientu temperatury na ścianach przeciwnych do gniazda formującego, rozkład gradientu temperatury tworzywa w funkcji czasu wtryskiwania, rozkład maksymalnej temperatury tworzywa w funkcji czasu wtryskiwania, rozmieszczenie względnego położenia szczytu temperaturowego w funkcji czasu wtryskiwania, położenie frontu zastygającego tworzywa, rozkład profilu temperatury w każdym punkcie gniazda formującego. W odniesieniu do formy wtryskowej wyniki symulacji opisują: rozkład temperatury na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej wkładek gniazda formującego oraz powierzchni podziału formy, rozkład różnic temperatury na przekroju poprzecznym

wkladek gniazda formującego oraz powierzchni podziału formy, temperaturę powierzchni zewnętrznych formy oraz układu chłodzenia, ciśnienie w układzie chłodzenia, natężenie przepływu cieczy chłodzącej oraz liczbę Reynoldsa w każdym punkcie układu chłodzenia [9, 10].

I-DEAS® MPI/WARP

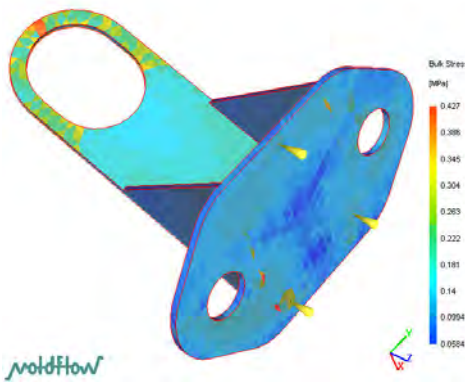
I-DEAS® MPI/Warp umożliwia analizę skurczu przetwórczego oraz deformacji wypraski. Możliwość przeanalizowania zachowania się wypraski przy symulowanych różnych parametrach procesu wtryskiwania oraz modelowanie zróżnicowanych konstrukcyjnie układów ochładzania formy umożliwia określenie położenia stref największego skurczu oraz deformacji. Dzięki temu w fazie projektowania można przeprowadzić optymalizację konstrukcji formy, dobierając zarówno rodzaj materiału jak i korygując odpowiednie wielkości geometryczne w celu zminimalizowania negatywnego wpływu skurczu przetwórczego i odkształcenia wypraski. W oparciu o wyniki analiz pochodzących z I-DEAS® MPI/Warp można spełnić wymagania o charakterze jakościowym i ekonomicznym, związane z otrzymaniem wypraski o wysokiej stabilności wymiarowej, dobrych właściwościach optycznych powierzchni oraz żądanej dokładności pasowania z innymi współpracującymi z nią częściami.

Będący integralną częścią pakietu I-DEAS® Moldflow Plastic Inside moduł I-DEAS® MPI/Warp współpracuje z pozostałymi modułami, pozwalając na kompleksową optymalizację całego procesu wytwarzania elementów z tworzyw polimerowych. Jedną z zalet tego modułu jest uwzględnienie rodzajów skurczu przetwórczego podczas jego symulacji. I-DEAS® MPI/Warp uwzględnia w obliczeniach zarówno skurcz poprzeczny jak i skurcz wzdłużny w stosunku do drogi płynięcia, związany z anizotropową budową tworzyw polimerowych, korzystając z informacji zawartych w bazie danych materiałowych MDLA. Dane materiałowe użyte do obliczeń podczas modelowania uwzględniają większość czynników wpływających na skurcz przetwórczy, między innymi kinetykę krystalizacji, szczególnie ważną podczas analizy skurczu tworzyw krystalicznych.

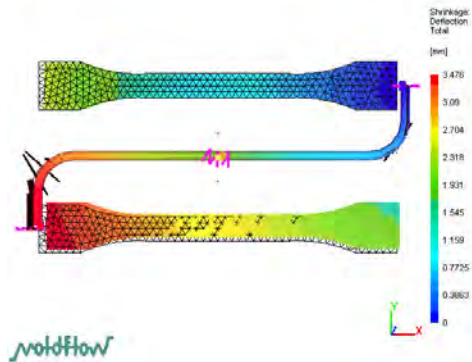
W module I-DEAS® MPI/Warp istnieje możliwość analizy deformacji i skurczu wyprasek z tworzyw napełnionych napełniaczem w postaci włókien. Właściwości materiałowe i geometryczne włókien napełniacza oraz ich wzajemna orientacja w znaczący sposób wpływają na wartość skurczu i deformacji o wiele bardziej niż właściwości tworzywa pełniącego rolę osnowy [14]. Dane materiałowe dotyczące materiału napełniacza są pobierane z odpowiedniej bazy danych, zaś modelowanie zjawiska skurczu może uwzględniać albo pomijać zróżnicowanie wartości skurczu właściwego polimeru osnowy oraz napełniacza. Wyniki analiz z tego modułu mogą być wykorzystywane później w obliczeniach wytrzymałościowych i strukturalnych.

Część wyprasek z tworzyw jest tzw. wypraskami cienkościennymi, szczególnie podatnymi na deformację. Przy pomocy modułu I-DEAS® MPI/Warp można prze-

analizować kształt i wartość deformacji, z wizualnym przedstawieniem przewidywanego zniekształcenia wypraski. Korzystając z otrzymanych wyników poprzez zmiany w konstrukcji modelu wypraski optymalizuje się jej ostateczny kształt. W przypadku, kiedy nie następuje globalna deformacja wypraski istnieje możliwość analizy przemieszczeń miejscowych o charakterze lokalnym. Zarówno analiza odkształceń globalnych jak i przemieszczeń lokalnych znajduje zastosowanie w szczególnym przypadku korygowania niekorzystnego wpływu tzw. efektu narożnego, dotyczącego wyprasek w kształcie pudełek. Na skutek intensywnych zjawisk cieplnych w tych obszarach wyprasek pozostają wyższe naprężenia szczątkowe, intensyfikujące deformację wypraski.



Rys. 7. Wynik symulacji ilustrujący rozkład naprężeń w wyprasce wtryskowej [10]



Rys. 8. Graficzne przedstawienie symulacji odkształcenia wypraski [10]

Inną z cech charakterystycznych modułu I-DEAS® MPI/Warp jest możliwość analizy skurczu nie tylko w odniesieniu do powierzchni zewnętrznych, ale także w dowolnym przekroju wypraski, co ma szczególne znaczenie w przypadku symulacji dotyczących tworzyw napelnionych napelniaczem w postaci włókien lub proszku.

Wyniki analiz są przedstawiane w postaci graficznej oraz z możliwością animacji w funkcji czasu. Przy pomocy modułu I-DEAS® MPI/Warp można analizować: skurcz objętościowy, jednostkowy skurcz liniowy poprzeczny i podłużny, jednostkowe naprężenia główne i odkształcenia, kierunki orientacji tworzywa, kierunki orientacji włókien napelniacza, naprężenia Von Missesa, deformację całkowitą oraz deformację i ugięcie w odniesieniu do trzech głównych osi w układzie kartezjańskim, przebieg deformacji w węzłach konstrukcji i kierunek naprężeń głównych. Dostępna jest także analiza właściwości mechanicznych. W celu lepszej wizualizacji wyników można wyznaczone odkształcenie elementu powiększyć o definiowany współczynnik zwielokrotniający.

PODSUMOWANIE

Proces wtryskiwania ma jeden z najwyższych udziałów wśród pozostałych metod przetwórstwa tworzyw polimerowych, dlatego stał się obiektem wszechstronnej analizy przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania inżynierskiego CAD/CAM/CAE.. Symulacja rozkładu temperatury oraz przepływu tworzywa w kanałach i gnieździe formującym formy wtryskowej oraz warunków chłodzenia, wpływających na zmianę wymiarów, kształtu i deformacji wypraski wtryskowej jest podstawą zarówno do modyfikacji konstrukcji samej wypraski jak i poprawnego zaprojektowania formy wtryskowej, będącej jednym z najdroższych narzędzi przetwórczych. Możliwość przeanalizowania przebiegu procesu wtryskiwania w postaci zdolnej do wielokrotnego powtórzenia symulacji komputerowej pozwala na zoptymalizowanie parametrów procesu, cech geometrycznych wypraski wtryskowej i tworzącej ją formy oraz dobór najlepszego tworzywa i maszyny przetwórczej o odpowiednich właściwościach (na przykład objętości i masy tworzywa wtryskiwanego, ciśnieniu wtrysku, sile zamykania formy).

Na wyniki symulacji procesu wtryskiwania wpływa wiele czynników, między innymi szczegółowość opisu właściwości tworzywa, dokładność wykonania modeli wypraski i układu wlewowego, a także rodzaj i cechy modelu matematycznego opisującego zjawiska poddawane symulacji. Jakość otrzymywanych analiz i ich odniesienie do warunków rzeczywistych zależy zarówno od zakresu możliwości obliczeniowych programu, jak również doświadczenia użytkownika, którego wyrazem jest między innymi stworzenie optymalnego modelu FEM i ustalenie właściwych warunków brzegowych, opisujących parametry symulowanego procesu, na przykład ciśnienia, temperatury lub czasu.

W dziedzinie przetwórstwa tworzyw szczególne znaczenie ma wciąż rozwijająca się analiza przepływu tworzywa w kanałach narzędzi przetwórczych, a także symulacje zmian zachodzących w tworzywie na skutek jego ochładzania się i krzepnięcia. Ciągły wzrost mocy obliczeniowej komputerów umożliwia przygotowywanie i przeprowadzanie coraz bardziej zaawansowanych analiz i symulacji. Ma to wpływ zarówno na wstępną ocenę właściwości wytrzymałościowych i użytkowych wytworów z tworzyw, a także na skomplikowany proces konstruowania narzędzia, prowadząc w rezultacie do obniżenia kosztów ekonomicznych przygotowania i rozpoczęcia produkcji.

Literatura

1. Augustyn K.: CAD/CAM/CAE. TS Raport 2003, 29, 22–23.
2. Beaumont J. P.: Projektowanie i strategia procesu wtryskiwania. TS Raport 2005, 38, 10-15.
3. Bociąga E.: Modelowanie procesu wypełniania gniazda formy wtryskowej. Polimery 2002, 2, 122–129.
4. Aluru J., Keefe M., Advani S.: Simulation of injection molding into rapid-prototyped molds. Rapid Prototyping Journal 2001, 1, 42–45.
5. Garbacz T., Jachowicz T., Kowalska B.: I-DEAS® - narzędzie do symulacji procesu wtryskiwania i konstrukcji form wtryskowych. IX Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Jurata 2005. Wydawnictwo Garmond, Warszawa 2005.

6. Jachowicz T.: Analiza wpływu warunków symulacji procesu wtryskiwania na dokładność jej wyników. Materiały polimerowe i ich przetwórstwo. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 2000, 179–191.
7. Jachowicz T.: Wpływ konstrukcji układu wlewowego na wartość skurczu przetwórczego wypraski wtryskowej. V Szkoła komputerowego wspomagania projektowania, wytwarzania i eksploatacji. Szczyrk 2001, 289–296.
8. I-DEAS®. Site Planning and Implementation Guide. Structural Dynamics Research Corporation, Milford, Ohio, 2001.
9. I-DEAS®. Witryna internetowa UGS PLM Solution: www.ugs.pl.
10. I-DEAS®. Help Library English. D09005-1. EDS PLM Solution, Milford, Ohio, 2001.
11. Koszkuł J., Nabiałek J., Koszkuł M.: Symulacja wypełnienia gniazda formy wtryskowej z wykorzystaniem programu Moldflow Plastics Insight. Materiały polimerowe i ich przetwórstwo. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2000, 203–210.
12. Pacuła B.: Nowoczesne systemy CAD w projektowaniu form wtryskowych. TS Raport 2004, 34, 4–5.
13. Sikora R., Bociąga E.: Wybrane zagadnienia przepływu tworzywa w formie wtryskowej. Polimery 2003, 2, 27–32.
14. Zöllner O., Sagenschneider U.: Możliwości obliczania skurczu i wypaczenia termoplastów wzmocnionych włóknem szklanym. TS Raport 2004, 33, 60–64.
15. Tie G., Dequn L., Humin Z.: Three-dimensional finite element method for the filling simulation of injection molding. Engineering with Computers 2006, 21, 289–295.
16. Shih R. H.: Parametric Modeling with I-deas 9. Schroff Development Corporation, SDC Publications, Mission 2002.

Streszczenie

W artykule omówiono moduły oprogramowania I-DEAS®, służące do symulacji i modelowania zjawisk zachodzących podczas wtryskiwania tworzyw polimerowych. Scharakteryzowano moduły umożliwiające analizę przepływu tworzywa w układzie kanałów wlewowych i gnieździe formującym oraz procesu wypełniania formy wtryskowej (I-DEAS® MPI/Flow) oraz analizę przebiegu ochładzania wypraski (I-DEAS® MPI/Cool), a także określenie wartości skurczu przetwórczego i stopnia deformacji wypraski (I-DEAS® MPI/Warp).

Summary

I-DEAS® SOFTWARE FOR MODELLING AND SIMULATION OF INJECTION MOLDING

This article shows the general modules of software known as I-DEAS® assigned to simulation and modelling of effects proceeding during injection moulding of polymers. The module, which is a part of the computer system, related with analysis of polymer flow and mould filling process (I-DEAS® MPI/Flow) has been characterised. Also the module assigned to analysis of mould cooling (I-DEAS® MPI/Cool) has been described. Moreover the module used to determine value of shrinkage and deformation of injection moulding part (I-DEAS® MPI/Warp) has been presented.