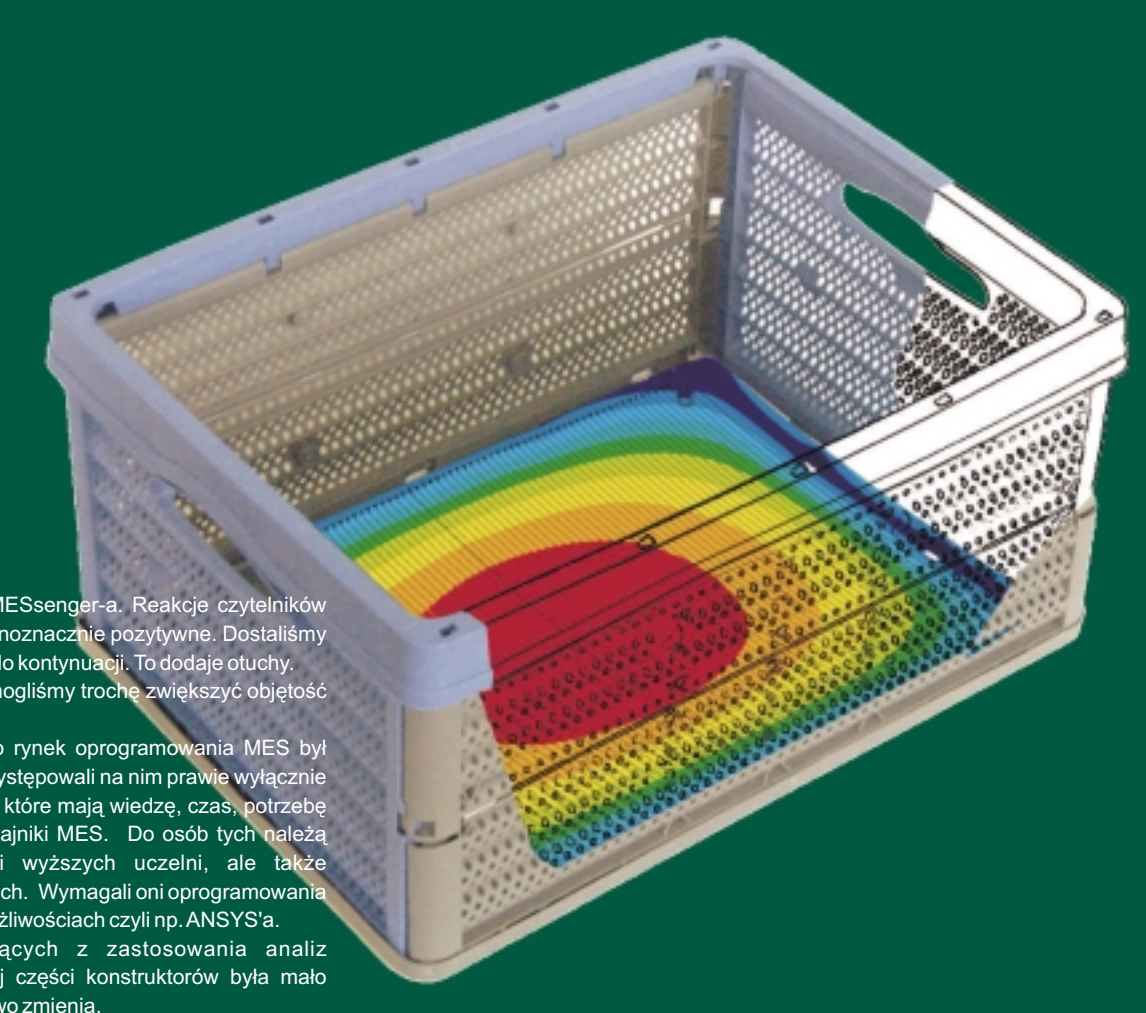
MESsenger

numer 2



I oto mamy drugi numer MESsenger-a. Reakcje czytelników po pierwszym numerze były jednoznacznie pozytywne. Dostaliśmy sporo poczty zachęcającej nas do kontynuacji. To dodaje otuchy. Tym razem dzięki sponsorom mogliśmy trochę zwiększyć objętość biuletynu.

Jeszcze całkiem niedawno rynek oprogramowania MES był w Polsce bardzo jednorodny. Występowali na nim prawie wyłącznie tak zwani 'power users' osoby, które mają wiedzę, czas, potrzebę i ochotę na zagłębianie się w tajniki MES. Do osób tych należą głównie pracownicy naukowi wyższych uczelni, ale także obliczeniowcy z firm komercyjnych. Wymagali oni oprogramowania wszechstronnego i o dużych możliwościach czyli np. ANSYS'a. Świadomość korzyści płynących z zastosowania analiz numerycznych wśród znacznej części konstruktorów była mało rozwinięta. Teraz to się stopniowo zmienia.
Obecnie dużym zainteresowaniem cieszą się aplikacje, którymi nie można wprawdzie wszystkiego policzyć ale za to można się ich nauczyć w krótkim czasie a przez to stosować "z doskoku".
Są one niejednokrotnie wyspecjalizowane w rozwiązywaniu zagadnień jednej dziedziny. W tym numerze prezentujemy jeden z programów tego typu: CADMOULD. Służy on do symulacji wtrysku tworzyw sztucznych. Obsługi można nauczyć się w ciągu jednodniowego szkolenia.

Jeśli mowa o szkoleniach to także w tej dziedzinie zaszły u nas zmiany. Większość szkoleń organizujemy obecnie w naszym biurze w Tarnowskich Górach. O tym, że jest tu również co robić po zajęciach próbuje przekonać w tym numerze MESsenger-a nasza koleżanka. Prócz kursów dostępnych dla każdego prowadzimy również szkolenia zamknięte, organizowane na zamówienie konkretnego klienta z reguły w jego siedzibie. Zaletami takiego rozwiązania jest możliwość dopasowania tematyki do indywidualnych potrzeb uczestników oraz brak kosztów związanych z dojazdem, noclegami itd.

Na koniec chciałbym zachęcić wszystkich czytelników do prezentacji swoich dokonań na łamach MESsenger-a.

Mariusz Gorol

W tym numerze między innymi:

- **Optymalizacja konstrukcji**
  DesignSpace i DesignXplorer
- **Analizy dynamiczne w programach CAD**
  Dynamic Designer
- **W praktyce**
  Obliczenia nieliniowe
  kalibrowane badaniami laboratoryjnymi
- **Co nowego w ANSYS 7.0**
  opis najnowszej wersji
- **Symulacja wtrysku tworzyw sztucznych**
  Cadmould

AI*NASTRAN

ANSYS - jeden z liderów na rynku oprogramowania MES - umieścił w swojej ofercie nowy produkt : AI*NASTRAN. Program stworzony został przy współpracy z Schaeffer Automated Simulation LLC (SAS LLC) na podstawie kodu źródłowego NASA NASTRAN. SAS LLC jest firmą kierowaną przez pionierów w dziedzinie MES: Dr. Harry Schaeffer i Dr. Richard MacNeal, współzałożycieli MacNeal-Schwendler Corporation - twórców MSC NASTRAN.

"Nasze doświadczenie z technologią NASTRAN, jak również zrozumienie potrzeb i dotychczas niespełnionych wymagań klientów pozwoliły nam na dostarczenie lepszego produktu NASTRAN." Dr. Richard MacNeal, Szef Działu Teoretycznego, SAS LLC.

"To jest prawdziwy produkt NASTRAN" Ted Rose, Dyrektor Działu Technologii, SAS LLC

"Inne programy mogą zawierać w nazwie słowo NASTRAN, jednak wiele z nich nie jest opartych o źródłowy kod NASTRAN, który został stworzony dla NASA. Te programy emulujące NASTRAN często są flustrujące dla użytkowników z powodu małych możliwości i braku obsługi DMAP (Direct Matrix Abstraction Program)"

AI*NASTRAN w stosunku do źródłowego kodu NASA-NASTRAN został usprawniony w następujących obszarach:

- usunięto problem ograniczenia rozmiaru modelu,
- dokonano unowocześnienia w bibliotekach elementów,
- zwiększono szybkość modułów rozwiązujących,
- powiększono liczbę obsługiwanych systemów

Partnerstwo ANSYS i Bay Technology

ANSYS ogłosił porozumienie w sprawie współpracy z firmą Bay Technology, producentem programu LinkCAD/ANSYS. LinkCAD/ANSYS jest doskonałym narzędziem pozwalającym na transfer geometrii zapisanej w formatach GDS-II, DXF, CIF, Gerber RS-274D/X oraz PostScript na pliki ANSYS: ANF, Parasolid XT dla ANSYS Workbench oraz TETIN dla ANSYS Emax.

Przejęcie firmy CFX przez ANSYS'a

CFX jest wiodącym producentem oprogramowania do symulacji dynamicznej przepływu płynów (CFD). Przepływ płynów jest drugim co do wielkości segmentem symulacji komputerowych po analizach mechanicznych, w których ANSYS jest już jednym z najważniejszych graczy.

CFX obsługuje ponad 4,000 aktywnych użytkowników. Oprogramowanie wykorzystywane jest w przemyśle kosmicznym, samochodowym, chemicznym, biomedycznym oraz energetycznym. Przejęcie CFX jest kolejnym krokiem po przejęciu ICEM CFD w kierunku rynku przepływu płynów. Tym samym ANSYS posiada zarówno doskonały pre- i post-procesor (ICEM CFD) jak i moduł obliczeniowy (CFX).

Nowy alternatywny interfejs ANSYS'a: ANSYS Workbench Environment (AWE) -w języku polskim!

ANSYS Workbench Environment jest przyjaznym w obsłudze interfejsem w języku polskim. Dalsze informacje znajdzują sie w artykule co nowego w ANSYS 7.0

Kolejny członek rodziny ANSYS Workbench Environment (AWE): DesignXplorer VT (Variational Technology)

ANSYS dodał kolejny moduł do środowiska AWE: rozszerzenie modułu DesignXplorer.

Design Xplorer VT, korzystając z technologii Series Xpansion, w czasie jednego cyklu obliczeniowego wyznacza konieczne związki, które pozwalają mu na przedstawienie wyników dla całego zakresu zmienności parametrów. Dotychczas DesignXplorer wymagał w tym celu wielu obliczeń uzależnionych od ilości parametrów wejściowych.

Zmiany w ofercie edukacyjnej ANSYS

Od nowego roku akademickiego 2003/2004 wchodzą w życie istotne zmiany w ofercie uniwersyteckiej na oprogramowanie ANSYS.

Nowy w ofercie jest ANSYS Research umożliwiający pracę na modelach do 512 tys. węzłów i 256 tys. h-elementów.

Dawny pakiet ANSYS RFS (128 tys. węzłów i elementów) nazywa się obecnie Advanced.

Kolejna nowość to ANSYS Productivity Pack Ed. Jest to opcjonalny moduł rozszerzający wszystkie dostępne uniwersyteckie wersje ANSYS.

Productivity Pack składa się z:

- interfejsów do programów CAD (Pro/E, MDT, Inventor, Solid Edge, Solid Works, CATIA v5, Unigraphics, SAT i Parasolid),
- modułu zmęczeniowego (Fatigue Module),
- DesignXplorer i DesignXplorer VT,
- Design Modeler.

MSC.ADAMS 2003 - zamiast ADAMS 13

W tym roku powinna ukazać się długo oczekiwana nowa wersja systemu klasy MBS - następca ADAMS 12 - pod nową nazwą MSC.ADAMS 2003. Zgodnie z z zapowiedzią producenta, nowa wersja będzie dostępna również dla systemu LINUX.

DynamicDesigner 2003

Program do analiz dynamicznych wykorzystujący solver systemu ADAMS. Nowa wersja ma poprawiony moduł eksportu obciążeń do programu ANSYS DesignSpace. Więcej informacji na temat programu wewnątrz biuletynu.

SYMULACJA - co dwa lata

Zmieniliśmy zasady organizacji SYMULACJI. Konferencja ta będzie się odbywała w cyklu dwuletnim. Tak więc spotykamy się jesienią 2004. Już po raz czwarty będzie można wysłuchać referatów kolegów po fachu oraz wziąć udział w seminariach z zakresu MES.

KURSY

Obok przedstawiamy listę kursów zaplanowanych na drugie półrocze 2003. Jeśli nie znajdziecie Państwo interesujących Was tematów prosimy o sugestie. Wszystkie kursy odbędą się w naszym biurze w Tarnowskich Górach.

W czasie kursu (z wyjątkiem zagadnień kontaktowych) uczestnik zapozna się z programem i nauczy jego obsługi. Od uczestnika wymagana jest jednak zawsze podstawowa znajomość materiału poruszanego na kursie (np. zasad mechaniki, wytrzymałości materiałów czy procesu wtrysku tworzyw sztucznych) w stopniu umożliwiającym postawienie zadania i oceny otrzymanych wyników.

Więcej szczegółów dotyczących kursów znajduje się na stronie: **www.mesco.com.pl/kursy**

MES dla praktyków

To najpopularniejszy z oferowanych przez nas kursów. Uczestnicy są wprowadzani w sposób przystępny w tematykę MES. Liczne przykłady praktyczne ułatwiają zrozumienie materiału i samodzielną pracę. Kurs obejmuje swoim zakresem statykę liniową.

Modelowanie zagadnień kontaktowych

Kurs może być traktowany jako uzupełnienie kursu "MES dla praktyków" lub jako niezależny kurs dla osób z podstawową znajomością MES. Wprowadza w tematykę obliczeń z uwzględnieniem zjawisk kontaktowych.

BASIC ADAMS

Zadaniem kursu jest zaznajomienie słuchaczy z symulacją komputerową z punktu widzenia analiz dynamicznych. Kurs ma jednocześnie charakter wprowadzenia do systemu ADAMS. Zakres materiałowy poruszany na kursie pozwala na przeprowadzenie większości analiz w środowisku systemu ADAMS z wykorzystaniem modułów: A/View, A/Solver (również w wersji skryptowej), A/Linear, A/Flex.

Analizy MES dla użytkowników CAD

Kurs jest skierowany do inżynierów konstruktorów, nie posiadających doświadczenia w dziedzinie modelowania MES, a chcących wykorzystywać analizy wytrzymałościowe w swojej pracy. W czasie kursu możliwe jest wykorzystanie również własnych modeli CAD.

Analizy kinematyczne i dynamiczne dla użytkowników CAD

Kurs jest skierowany do inżynierów konstruktorów, chcących wykorzystywać w swojej pracy analizy kinematyczne i dynamiczne bezpośrednio w środowisku CAD.

Symulacja wtrysku tworzyw sztucznych

Kurs skierowany dla konstruktorów i technologów wyprasek a także narzędzi czyli form wtryskowych. Porusza metody oraz praktyczne zastosowanie numerycznych symulacji procesu wtrysku.

Terminarz kursów na drugą połowę 2003r.

23.06.2003, 23.09.2003, 17.11.2003

nazwa	Analizy MES dla użytkowników CAD
oprogramowanie	DesignSpace
koszt	300 zł.

22.09.2003

nazwa	Analizy kinematyczne i dynamiczne dla użytkowników CAD
oprogramowanie	Dynamic Designer
koszt	300 PLN

24.092003

nazwa	Symulacja wtrysku tworzyw sztucznych
oprogramowanie	Cadmould
koszt	300 PLN

21-24.10.2003

nazwa	BASIC ADAMS kurs podstawowy
oprogramowanie	ADAMS
koszt	1600pln /*

18-20.11.2003

nazwa	MES dla praktyków
oprogramowanie	ANSYS
koszt	1400 PLN /*

21.11.2003

nazwa	Modelowanie zagadnień kontaktowych
oprogramowanie	ANSYS
koszt	500 PLN /*

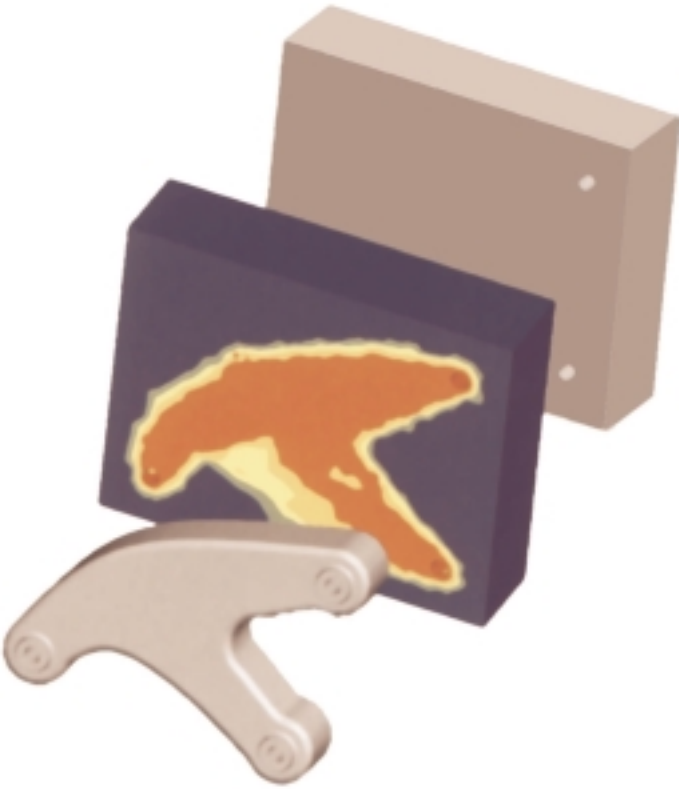
/* - upusty dla studentów i pracowników wyższych uczelni-szczegóły na stronie www

Proces optymalizacji konstrukcji

Cyprian Gil
cgil@mesco.com.pl

W czasie projektowania konstrukcji stawiamy przed nią szereg wymagań. Przede wszystkim musi ona spełniać swoje zadanie, co w pewien sposób nakłada ograniczenia co do kształtu. Z tego samego powodu musi ona być na tyle wytrzymała, aby przenieść obciążenie, któremu zostanie poddana w czasie swej pracy. Wytrzymałość może zostać sprawdzona za pomocą tablic i wzorów inżynierskich bądź testów fizycznych lub też symulacji komputerowych. Pierwsze dwa sposoby mają swoje wady. Pierwszy z nich pomocny jest jedynie w prostych przypadkach, w bardziej skomplikowanych stopień uproszczenia jest tak duży, że powstaje konieczność uwzględnienia dużych współczynników bezpieczeństwa. Drugi sposób niestety jest dość powolny i drogi, choć należy przyznać, że pozwala na doskonałe poznanie produktu. Wydaje się, że najlepszą alternatywą jest wykorzystanie oprogramowania MES. Początkowy koszt związany z zakupem i wdrożeniem zwraca się w stosunkowo krótkim czasie w postaci zaoszczędzonego materiału, czasu i pieniędzy wydanych na próby.

Kryterium wytrzymałości to jednak nie jedyny warunek, który konstrukcja musi spełnić. Musi być ona możliwie najtańsza. Dąży się, więc do maksymalnego odchudzenia, zastosowania możliwie tanich materiałów jak i sposobu wykonania. Niestety wymaganie dotyczące nośności oraz minimalnej wagi są ze sobą zazwyczaj sprzeczne i właściwe rozwiązanie tego problemu wymaga optymalizacji. Proces ten jest dość powolny i wymaga dużego doświadczenia w projektowaniu. Problemem może być znalezienie optymalnego kształtu części jak i wybraniu, które z wymiarów powinny być poddane optymalizacji.
W wielu przypadkach istnieją pewne ograniczenia co do wymiarów (rozstawy śrub, ustalone gabaryty), jednakże istnieje pewna swoboda, co do kształtu, jaki może przyjąć część, co do położenia żeber wzmacniających itp.
Zadaniem konstruktora jest wybranie kształtu optymalnego. Niekiedy na przeszkodzie w znalezieniu takiego kształtu może stanąć przyzwyczajenie i standardowe myślenie, pewnego rodzaju przywiązanie do odwiecznych rozwiązań. Z tego powodu dobrze jest zacząć proces projektowania od "burzy mózgów", gdzie każdy członek zespołu może zaproponować swoje rozwiązanie. Dobrze, gdy na tym etapie nie ma ograniczeń ani założeń odnośnie kształtu, materiału i technologii wykonania. Takie podejście pozwala na uzyskanie szerokiego wachlarza rozwiązań oraz co ważne, na uniknięcie rozwiązań stereotypowych. Proste testy na uproszczonych (najczęściej powłokowo-belkowych) modelach proponowanych rozwiązań, powinny pozwolić na ocenę przydatności poszczególnych konstrukcji. Ważnym jest, aby stopień uproszczeń w modelach był zbliżony dla każdego z nich, tylko wtedy można będzie porównać ze sobą wyniki.
Po wstępnej selekcji powinny wyłonić się 2-3 kształty rokujące najwięcej. Na etapie wyboru kształtu pomóc mogą programy MES z topologiczną optymalizacją kształtu. Program sam stara się znaleźć kształt optymalny. Wyniki z takiej analizy mogą stanowić pomoc i ukierunkować projekt.



Warto jednak sprawdzić rozwiązania alternatywne. Korzystając z narzędzi optymalizacyjnych trzeba mieć na uwadze, że nie wykonają one pracy za konstruktora, są jedynie pomocnym narzędziem. Sparametryzowanie całego modelu i poszukiwanie optimum dla wszystkich wymiarów jest bez użycia metod komputerowych niewykonalne, a przy ich wykorzystaniu niecelowe i mogące prowadzić do błędnych odpowiedzi. Każdy dodatkowy parametr wydłuża obliczenia a ich mnogość może dodatkowo doprowadzić do znalezienia przez program minimum lokalnego. Dlatego też konieczny jest przemyślany wybór parametrów.
Przed uruchomieniem właściwej procedury optymalizacyjnej warto przeprowadzić lokalną analizę wrażliwości na poszczególne parametry. Polega to na sprawdzeniu zmiany w odpowiedzi konstrukcji przy zmianie wartości parametru o 1% w górę i w dół. Pozwoli to oszacować, jaki wpływ na wartość naprężeń, przemieszczeń i częstotliwość drgań mają poszczególne wymiary. Jest to sposób pozwalający na eliminacje parametrów nieistotnych. Badanie takie należy wykonać dla kilku wartości parametru, ponieważ rzadko się, zdarza, aby odpowiedź była liniową funkcją parametru.
Po takim wstępie, posiadamy już wszystkie dane pozwalające przystąpić do właściwej analizy parametrycznej. Uruchamiając procedurę programową warto ustawić parametry w pobliżu oczekiwanego rozwiązania.
Na pewną ocenę powinna pozwolić analiza wrażliwości. Wydawać się to może wykonywaniem pracy za program, jednak w rzeczywistości pozwala szybciej osiągnąć wynik oraz uniknąć problemu znalezienia minimum lokalnego. Dla pewności, że znalezione rozwiązanie nie jest minimum lokalnym, warto procedurę przeliczyć również dla innych wartości początkowych. Takie same rozwiązanie daje duży stopień pewności, że rozwiązanie dla danego kształtu jest optymalne.

Jak widać proces optymalizacji wymaga czasu, cierpliwości i skrupulatności. Narzędzia udostępniane przez programy dają potężne możliwości, które czynią optymalizację wykonalną i łatwiejszą niż do tej pory. Jak każde narzędzie wymaga ono jednak poznania. W rękach wytrawnego inżyniera potrafi zdziałać cuda, jednocześnie obsługiwane przez osobę niedoświadczoną nie przyniesie dużego pożytku. Doświadczenie i wyczucie konstrukcji pomaga na efektywne wykorzystanie możliwości drzemiących w programach.

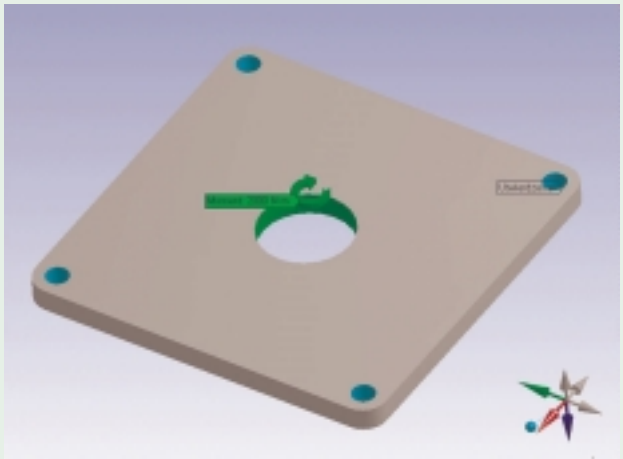
W kolejnych artykułach chciałbym przedstawić możliwości optymalizacyjne oferowane przez program ANSYS. Poczynając od optymalizacji w środowisku DesignSpace/DesignXplorer, poprzez procedury optymalizacyjne ANSYS'a i dalej przez analizę probabilistyczną i najnowszą innowację: DesignXplorer VT (Variational Technology).

Optymalizacja w DesignSpace i DesignXplorer

Cyprian Gil
cgil@mesco.com.pl

W artykule chciałbym przedstawić możliwości optymalizacji oferowane przez DesignSpace w połączeniu z DesignXplorer i parametrycznym programem CAD. Środowisko DesignSpace oferuje bardzo proste i przyjazne menu, co ważne w języku polskim. Z tego powodu przeprowadzenie wszelkich analiz łącznie z analizą parametryczną jest stosunkowo łatwe.

Rys.1: Model mocowania przed optymalizacją



Rys.2: Model wraz z warunkami obciążenia i podparcia

Optymalizacja to próba pogodzenia ze sobą sprzecznych wymagań dotyczących ceny oraz wytrzymałości konstrukcji.
Możliwości DesignSpace przedstawię na prostym przykładzie optymalizacji mocowania przenoszącego moment pomiędzy korbą a kołem pasowym (Rys.1).

W czasie analizy przyjęto następujące założenia:

- własności materiałowe liniowe, izotropowe i jednorodne,
- element wykonany jest ze stali St3S, granica plastyczności 235 MPa,
- pominięto wycięcie w otworze mocującym,
- wpływ podatności koła zamachowego na wyniki uznano za zaniedbywalny,
- element obciążono momentem w płaszczyźnie prostopadłej do mocowania, przyłożonym w otworze środkowym (Rys.2),
- do konstrukcji nie może zostać przyłożony moment o przeciwnym zwrocie,
- nie uwzględniono momentu działającego w płaszczyźnie mocowania,
- rozstaw otworów oraz ich średnice są niezmienne.

O przyjętych założeniach jak i o samej konstrukcji można dyskutować, lecz dla dalszej dyskusji przyjmijmy, że są poprawne.

Model elementu mocującego został przeniesiony z systemu CAD do DesignSpace. Element utwierdzono w czterech otworach na śruby i obciążono momentem o wartości 2 kNm w otworze środkowym (Rys.2).

Topologiczna optymalizacja kształtu.

Poszukiwanie kształtu optymalnego może zostać przeprowadzone przy wykorzystaniu optymalizacji topologicznej. Technika ta polega na poszukiwaniu przez program fragmentów konstrukcji najmniej wnoszących do sztywności konstrukcji.
W programie DesignSpace po założeniu obciążeń i zamocowań, do przeprowadzenia topologicznej optymalizacji kształtu wystarczy podać programowi zakładaną redukcję masy i poprosić o rozwiązanie.
W wyniku program przedstawia proponowany kształt konstrukcji, na czerwono zaznaczając obszary do usunięcia (Rys.3).

Należy tutaj podkreślić, że w czasie topologicznej optymalizacji program dąży do usunięcia masy w ilości wskazanej przez użytkownika, nie sprawdza przy tym czy konstrukcja będzie w stanie przenieść zadane obciążenie przy zaproponowanej redukcji.
Proszę zwrócić również uwagę, że optymalizacja odbywa się dla aktualnie zadanego wariantu obciążenia. Jeżeli konstrukcja może być obciążona na różne sposoby, należy to uwzględnić.

Parametryczna optymalizacja kształtu.

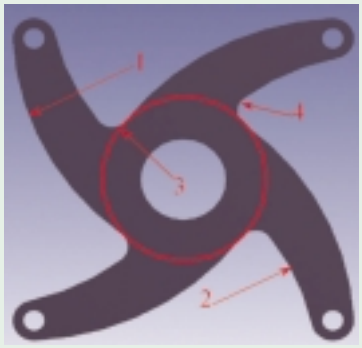
Po ustaleniu kształtu konstrukcji należy dobrać jej wymiary. Pomocną w tym może okazać się optymalizacja parametryczna. Technika ta pozwala na poszukiwanie takich wartości parametrów, dla których konstrukcja spełniać będzie zakładane kryteria.
W tym celu należy zdefiniować:

- funkcję celu np. zminimalizowanie masy,
- funkcje ograniczające np. maksymalne naprężenia zredukowane,

ID	Name	Initial Value	Lower Bound	Upper Bound	Type
P1	Zaokrąglenie	8.000	7.000	9.000	Length
P2	Promień_tulei	40.00	36.00	44.00	Length
P3	Promień_zewnętrzny	140.0	126.0	154.0	Length
P4	Promień_wewnętrzny	100.0	90.00	110.0	Length
P5	Moment	2.000×10^{6} N·mm	1.800×10^{6} N·mm	2.200×10^{6} N·mm	Moment
P6	Współczynnik Poissona	0.3000	0.2700	0.3300	Poisson's Ratio

Rys. 5 Parametry oraz ich zakres

Rys. 3 Proponowane kształty mocowania



Rys.4 Parametry geometryczne

Goals and Candidate Designs

Input Parameter Goals

Click rows in this table to assign design goals to input parameters.

Name	Lower Bound	Upper Bound	Desired Value	Importance
Zaokraglenie	7.000	9.000	No Preference	Default
Promien_tulei	36.00	44.00	Near Midpoint	Default
Promien_zewnetrzny	126.0	154.0	No Preference	Default
Promien_wewnetrzny	90.00	110.0	No Preference	Default
Moment	1.800×10^{6} N·mm	2.200×10^{6} N·mm	Near Midpoint	Higher
Wspolczynnik Poissona	0.2700	0.3300	Near Midpoint	Higher

Response Parameter Goals

Click rows in this table to assign design goals to response parameters. Defining a target value is optional.

Name	Target	Desired Value	Importance
Masa	-	Minimum Possible	Higher
HMH pow zewnetrzna	100.0 MPa	Near Target	Default
HMH przyloczenie siły	150.0 MPa	Less Than Target	Default
HMH zaokraglenia	100.0 MPa	Near Target	Default
Przemieszczenie	-	Minimum Possible	Default
Roznica promieni	-	Minimum Possible	Lower

Candidate Designs

Generate or update candidate designs based on the current goals

Parameter	Candidate A		Candidate B		Candidate C	
Zaokraglenie	7.022	—	7.748	—	7.640	—
Promien_tulei	39.38	★★★	38.39	★★	38.07	★★
Promien_zewnetrzny	133.4	—	128.5	—	126.9	—
Promien_wewnetrzny	103.8	—	106.5	—	107.6	—
Moment	1.999×10^{6} N·mm	★★★	1.961×10^{6} N·mm	★★	2.003×10^{6} N·mm	★★★
Wspolczynnik Poissona	0.2996	★★★	0.2993	★★★	0.3032	★★★
Masa	0.9473 kg	—	0.9389 kg	—	0.9363 kg	★
HMH pow zewnetrzna	100.3 MPa	★★★	98.61 MPa	★★★	100.6 MPa	★★★
HMH przyloczenie siły	150.1 MPa	—	146.7 MPa	—	150.8 MPa	—
HMH zaokraglenia	100.3 MPa	★★★	98.61 MPa	★★★	100.6 MPa	★★★
Przemieszczenie	0.04618 mm	—	0.04537 mm	★	0.04646 mm	—
Roznica promieni	29.59	★	21.93	★★	19.27	★★★

Insert selected candidate as a soft design

About Parameter Ratings

- The most positive rating of ★★★ means that the design is excellent in terms of satisfying the goal defined for the parameter.
- The most negative rating of ✕✕✕ means that the design is poor in terms of satisfying the goal.
- A rating of — is neutral with respect to the goal.
- Parameters without a defined goal do not show a rating.

Rys 6. Warianty optymalne dla zadanych kryteriów

maksymalne przemieszczenie,

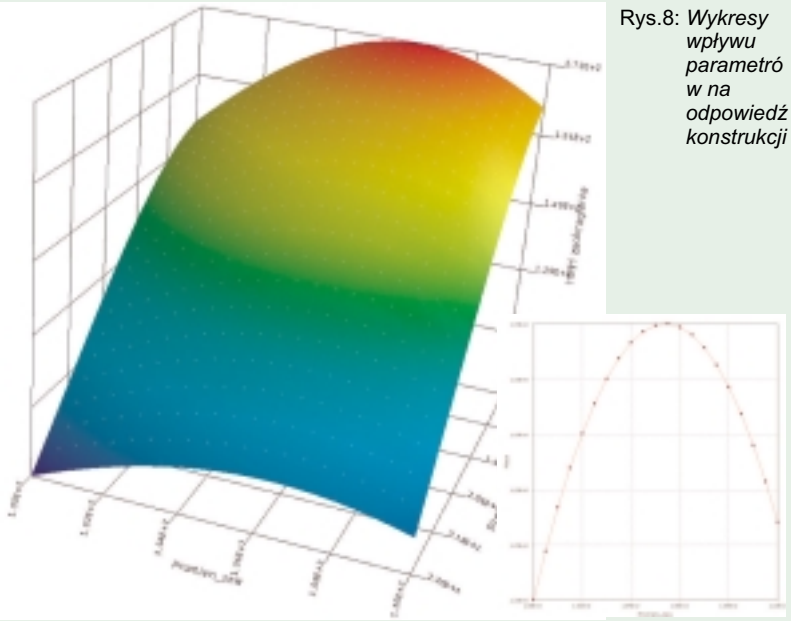
- parametry np. własności geometryczne, własności materiałowe, wartości obciążenia,
- zakres zmienności parametrów.

Kiedy w DesignSpace 6.0 pojawiła się możliwość analizy parametrycznej, była to chyba jedna z najrzadziej wykorzystywanych nowych funkcji programu. Pozwala ona na łatwą analizę wielowariantową. Niemniej jednak ma pewne ograniczenia. Znalezienie optymalnych wartości parametrów, wymaga ustalenia przez użytkownika wariantów, następnie przeliczenia ich i na końcu wyboru tego najlepszego. Niestety, brak jej narzędzi automatycznie poszukujących wartości optymalnych. Wraz z wersją DesignSpace 6.1 premierę miał również program DesignXplorer. Jest to narzędzie, które do analizy parametrycznej dodaje możliwości optymalizacyjne. Dalszą analizę mocowania przeprowadzimy w tym module.

Model mocowania przebudowany został w programie CAD. W konstrukcji jako parametry geometryczne określono:

- promień zewnętrzny [1],
- promień wewnętrzny [2],
- promień tulei (środkowy) [3],
- promień zaokrąglenia [4].

Model przeliczony został ponownie w programie DesignSpace, gdzie następnie wyznaczone zostały parametry do dalszej optymalizacji.
Są to cztery wyżej wymienione parametry geometryczne, współczynnik Poissona oraz wartość momentu (Rys.5). Ustalając materiał, ustaliliśmy również współczynnik Poissona. W przykładzie ustalono go jako parametr tylko w celach demonstracyjnych. Dodatkowo jako parametry ustalone muszą zostać dane wynikowe, które traktowane będą jako funkcje celu i ograniczające.
Wybrano masę elementu, maksymalne naprężenie zredukowane, maksymalne przemieszczenie konstrukcji. Tak przygotowany model przekazywany jest do modułu DesignXplorer, który odpowiedzialny jest za wykonanie analizy parametrycznej.
Zakres zmienności parametrów domyślnie, ustalany jest na 10% +/- wartości początkowej.
Wartość ta jednak może zostać zmieniona. Zmieniając ją na 1%, możliwa jest do zrealizowania analiza wrażliwości lokalnej oraz eliminacja parametrów nieistotnych.
Parametry mogą przyjmować również wartości dyskretne, np. dla grubości blachy czy średnicy otworu.
Program samoczynnie wybiera przypadki do analizy, ich ilość zależy od ilości parametrów wejściowych.

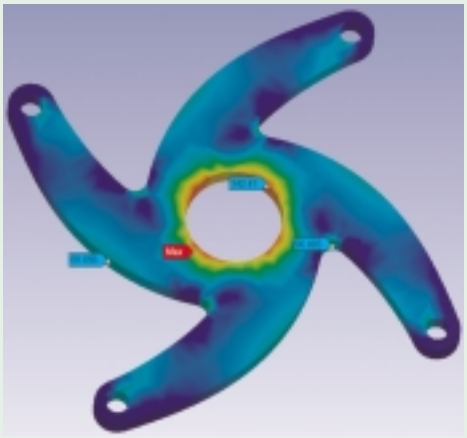


Rys.8: *Wykresy wpływu parametrów na odpowiedź konstrukcji*

Rys.7: Menu pozwalające na interaktywną pracę z wykresami

Parameter	Reference Design (Design 1)		Design 1	
Zaokraglenie	8.040	–	8.040	–
Promien_tulei	38.82	★★	38.82	★★
Promien_zewnetrzny	128.5	–	128.5	–
Promien_wewnetrzny	108.6	–	108.6	–
Moment	1.991×10^6	★★★	1.991×10^6	★★★
Współczynnik Poissona	0.2972	★★★	0.2972	★★★
Masa	0.9476	–	0.9484	–
HMH pow zewnetrzna	107.2		98.81	
HMH przylozenie sily	144.7		148.8	
HMH zaokraglenia	107.2		98.81	
Przemieszczenie	0.04599	–	0.04594	–
Roznica promieni	19.92	★★★	19.92	★★★

Rys. 9 Rozwiązanie dokładne oraz wstępne z interpolacji

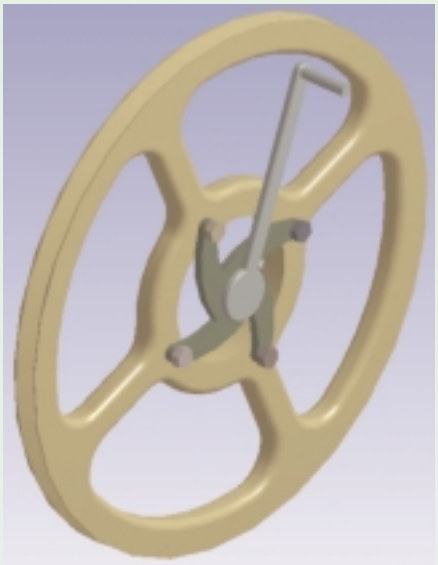


Rys. 10 Mapa naprężeń w mocowaniu

Dla nich wykorzystując solver ANSYS'a, przeprowadza analizę, zapisuje wyniki i na ich podstawie określa wpływ poszczególnych parametrów na rozwiązanie. Takie podejście nakłada pewne ograniczenia na dobór zakresu parametrów. Zbyt duży zakres zmienności może doprowadzić do niedokładnych wyników. Ponieważ wyniki są interpolacją pomiędzy uzyskanymi odpowiedziami dokładnymi, im większy rozrzut między nimi tym większa możliwość niedokładności.

Po zakończeniu obliczeń możliwe jest znalezienie optymalnych wartości parametrów. W tym celu ustalić należy kryteria takie jak: oczekiwane wartości parametrów wyjściowych i wyjściowych oraz ich wagę (stopień ważności). Program stara się z dostępnego zakresu wybrać taki przypadek, który spełni założenia. Jeżeli jednak dojdzie do konfliktu, parametr z większą wagą będzie decydował o zaproponowanym wariancie rozwiązania. Dla jasnego rozeznania w wynikach, program razem z wynikami przedstawia też ranking oznaczając gwiazdkami bądź krzyżykami odpowiednio spełnienie lub nie spełnienie kryterium (Rys. 6). Wpływ poszczególnych parametrów na wyniki przedstawiony może zostać na wykresach. Możliwa jest prezentacja w formie wykresów płaskich (wpływ jednego z parametrów) lub też wykresów 3D (wpływ dwóch parametrów) (Rys.8) Taka prezentacja pozwala na zaobserwowanie trendów związanych z daną zmienną jak również znalezienie ekstremum.

Z powodu możliwych niedokładności, omówionych już powyżej, konieczne jest dla wybranych wariantów przeprowadzenie dodatkowej analizy. DesignXplorer ponownie wykorzystuje DesignSpace w celu uzyskania dokładnych wyników dla wybranych parametrów.
Tak uzyskane wyniki naprężeń, odkształceń itp. mogą różnić się od wyników uzyskanych z wykresów. Różnica w dużej mierze zależy od zakresu zmiany parametrów wejściowych.



Rys. 10 Model mocowania po optymalizacji

DesignXplorer stara się przewidzieć możliwy błąd oszacowania dla każdego z wyników i podaje go w dolnej części (Rys.7). Parametry optymalne dla projektowanej konstrukcji przedstawione są w tabeli (Rys.9). W tabeli znajduje się również porównanie wyników aproksymacji z wynikami dokładnymi, po powtórnym przeliczeniu dla danych parametrów w DesignSpace. Widać, że większość wyników się pokrywa dość dokładnie. Pewną różnice wskazują naprężenia zredukowane w miejscu zaokrąglenia zdefiniowanego parametrem [4].
Niemniej jednak, różnice wciąż nie są duże. Czasami zdarzają się miejsca szczególnie czułe na zmianę parametru i przy zbyt dużym zakresie zmienności owego parametru, DesignXplorer nie jest w stanie w pełni uchwycić tej zmienności. Masa pierwotnej części wynosiła 1.9[kg], po zmianach uzyskano konstrukcję o wadze 0.948[kg]. Wynika z tego, że udało się uzyskać około 50 % oszczędność na wadze. Jednocześnie model nadal w pełni spełnia warunki konstrukcyjne.

Kluczowym etapem w analizie parametrycznej jest wybór parametrów. Ich mnogość powoduje znaczne wydłużenie czasu obliczeń. Dla większych modeli może mieć to znaczenie niebagatelne.
Dla metody zastosowanej aktualnie w DesignXplorer, przy jednym parametrze wejściowym, model przeliczany jest 5 razy. Jeżeli liczba parametrów wzrośnie do 7, ilość koniecznych obliczeń wzrasta do liczby 79. Nie wszystkie procedury optymalizacyjne powodują aż tak drastyczny przyrost czasu obliczeniowego. Ograniczenie ilości parametrów oraz rozsądny ich wybór, to nie tylko sprawa czasu. Przy mniejszych ilościach zmiennych wyniki są bardziej przejrzyste i łatwiej znaleźć kombinację optymalną. Jak już wspomniałem ważne są również przedziały zmienności parametrów. Większy przedział oznaczać może mniej dokładne wyniki, bądź dłuższy czas obliczeń w wypadku innych procedur.

Drugim ważnym wyborem jest wybór funkcji celu oraz kary, bądź też jak to się nazywa w DesignXplorer, parametrów wyjściowych. Ilość ich nie ma żadnego wpływu na czas obliczeń. Należy jednak zwrócić uwagę na dwie inne sprawy. Po pierwsze ustalając funkcję celu np. naprężenie nie większe niż zadana wartość, należy podawać rozsądne wielkości. W innym przypadku program może nie być w stanie spełnić kryterium. W przypadku DesignXplorera pokazane zostaną wówczas krzyżyki wskazujące na nie spełnienie kryterium, jednak przy innych procedurach programy mogą nie znaleźć i nie przedstawić żadnego rozwiązania.
Po drugie należy zdawać sobie sprawę z natury i ograniczeń MES'u. Naprężenia w punktach osobliwych, takich jak karby, zamocowania, miejsce przyłożenia siły skupionej, zawsze są wartościami zafałszowanymi i znacznie przekraczającymi rzeczywiście występujące tam wartości. Z tego powodu wybierając parametry wyjściowe, nie należy wskazywać na maksymalną wartość naprężenia zredukowanego w konstrukcji.
Przed wyborem, należy przeliczyć wstępnie konstrukcję, przejrzeć wyniki i dopiero wtedy zdecydować się, które wartości naprawdę są istotne dla żywotności konstrukcji. W analizowanym tutaj przypadku również występowało takie miejsce w punkcie przyłożenia momentu. Maksymalna wartość naprężenia w tym miejscu sięga 2000 MPa (na rys. 10 usunięto tą część). Oczywiście jest to wartość wiele przekraczająca kryterium wytrzymałości. Jednak jest ona przekłamaniem numerycznym i nie należy jej brać pod uwagę w czasie analizy.

Dynamic Designer

Najlepszą drogą weryfikacji poprawności działania konstrukcji jest symulacja.

Adam Łokieć
alokiec@mesco.com.pl

Podczas tworzenia nowych konstrukcji, materializacji swoich idei i pomysłów, jednymi z najczęściej zadawanych pytań to pytania typu: Czy można to wykonać? ; Czy będzie działać? ; Czy ulegnie zniszczeniu? ; Czy jestem pewien?
System CAD 3D pozwala projektantowi na tworzenie projektów koncepcyjnych, lecz w obecnych czasach pozostawienie niektórych projektów na tym etapie jest już niestety niewystarczające. Wiadomo, projekt nie jest dobry, jeśli właściwie nie funkcjonuje.
Z myślą o postawieniu przysłowiowego 'kroku dalej', tworzone są programy zwiększające funkcjonalność popularnych pakietów CAD. Przykładem programu pozwalającego na wykonanie szeregu symulacji kinematycznych i dynamicznych a jednocześnie otwartego na współpracę z programami do analiz MES jest program DynamicDesigner, którego możliwości postaram się pokrótce opisać w niniejszym artykule.

Dynamic Designer, został stworzony przez australijską firmę Design Technologies International, następnie był rozwijany wiele lat przez Mechanical Dynamics Inc. (twórcę również systemu ADAMS). Na skutek finansowych zmian na rynku i przejęciu firmy MDI, program od prawie roku ukazuje się jako produkt MSC Software.

Dynamic Designer pozwala użytkownikom przeprowadzić symulację działania projektowanego mechanizmu bezpośrednio w środowisku systemów CAD. Program umożliwia weryfikację jego poprawnego działania od strony kinematyki i dynamiki, dalszej jego poprawy bądź optymalizacji zanim jeszcze wykonany zostanie model fizyczny. Pozwala to na lepsze poznanie samego projektu, skrócenie czasu jego wykonania, a także zaoszczędzenie środków na budowanie prototypów .

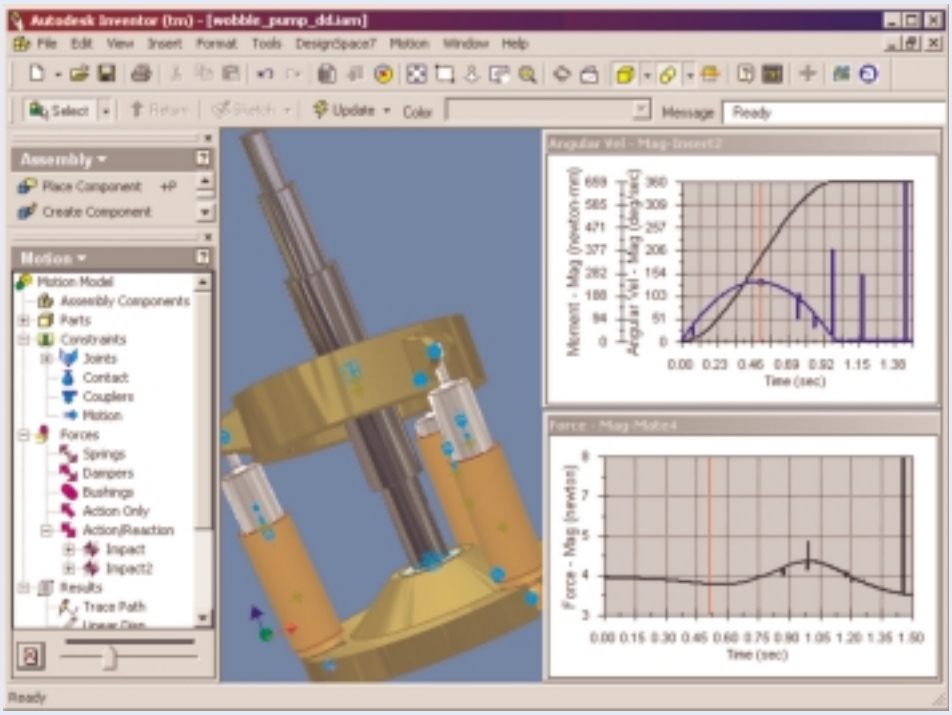
Program jest aplikacją pracującą w popularnych systemach CAD jako nakładka, całkowicie się z nimi integrując pod względem interfejsu graficznego, formatu danych, asocjatywności modelu. Z punktu widzenia użytkownika posługuje się on tym samym systemem CAD poszerzonym jedynie o dodatkowe możliwości.

Moduł rozwiązujący zastosowany w Dynamic Designer oparty jest na module rozwiązującym pochodzącym w prostej linii z systemu ADAMS (profesjonalny system typu High-End wśród aplikacji do analiz dynamicznych aktualnie istniejących na rynku), zapewniając dzięki temu dużą wiarygodność uzyskiwanych wyników.

Program występuje w trzech podstawowych wersjach: *Simply Motion*, *Motion* oraz *Motion Professional* i dostępny jest dla większości popularnych na rynku systemów CAD (CATIA, Autodesk Inventor, Mechanical Desktop, Solid Edge, SolidWorks). Każda z tych wersji posiada pewne możliwości i ograniczenia czyli jest skierowana do konkretnego grona użytkowników. Najprostsza wersja SimplyMotion pozwala jedynie na analizy kinematyczne, wersja Motion wzbogacona jest o analizy dynamiczne oraz parę funkcji rozszerzających paletę możliwości programu. Natomiast najwięcej możliwości odkryje przed nami dopiero wersja Motion Professional, która pozwala dodatkowo korzystać bezpośrednio z wielu funkcji systemu ADAMS w tym również przenoszenia całej symulacji do wspomnianego systemu oraz możliwość współpracy z zewnętrznymi programami MES.

Zapewne wielu użytkowników systemów MES nie przypuszcza w tym miejscu jeszcze jakie korzyści może im przynieść stosowanie programów do analiz dynamicznych.
Są one wręcz idealnymi narzędziami do generacji warunków brzegowych dla przeprowadzanych następnie analiz MES.
Wyobraźmy sobie sytuację, w której analizujemy pracę jakiegoś mechanizmu czy układu wielu ciał. W jaki sposób wyznaczyć pozycję pracy mechanizmu (układu) najbardziej niekorzystną z punktu widzenia np. jego wytrzymałości, a jeśli taką pozycje potrafimy wskazać to jak określić dokładnie chwilowe wartości, zwroty reakcji sił, momentów w tym również bezwładności?
Oczywiście istnieją metody analityczne oraz wektorowe, dzięki którym otrzymamy interesujące nas wartości lecz w przypadku złożonych mechanizmów jest to sposób bardzo żmudny i nieefektywny.
Dysponując programem do analiz dynamicznych jesteśmy w stanie na podstawie dokonanej symulacji oraz uzyskanych przebiegów sił oraz momentów, wskazać niekorzystną pozycję (lub wiele pozycji) układu.
Następnie dla tych wybranych chwil czasowych pracy układu, w prosty sposób możemy przesłać chwilowy układ obciążeń (Export Loads) do zewnętrznego programu MES jako jego warunki brzegowe. W systemie MES pozostaje nam wówczas rozwiązać układ oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Programem klasy MES współpracującym z Dynamic Designer jest ANSYS DesignSpace - program opisywany również na łamach niniejszego biuletynu. Warunki brzegowe dla tworzonego środowiska wprowadzamy poprzez komendę 'Import Motion Loads'.

Dynamic Designer w pełni integruje się z interfejsem programu CAD (Rys.1), dodając do niego nowe funkcje dostępne z menu, paska narzędziowego oraz dodatkowego okna z hierarchiczną strukturą obiektów (Rys.2).
Pracę z programem możemy podzielić na etapy:



Rys.1 Dynamic Designer 2003 w środowisku programu Autodesk Inventor

Rys.2
Główne okno obiektów Dynamic Designer w programie CAD

Budowa modelu:

Na tym etapie model geometryczny - stworzony w systemie CAD - zostaje przekształcony w model zrozumiały dla programu Dynamic Designer. Wymaga to określenia, które elementy układu będą uczestniczyływ symulacji (Moving Bodies), które będą związane z otoczeniem (Ground Bodies) oraz m.in. zdefiniowania par kinematycznych (więzów) pomiędzy poszczególnymi elementami układu, położenia środków ciężkości poszczególnych elementów, nadania im własności tj. masa, momenty bezwładności, oraz określenia środowiska zewnętrznego czyli sił i momentów lub wymuszeń ruchu działających na cały układ. Całą operację możemy wykonać samodzielnie lub skorzystać z pomocy kreatora o nazwie 'IntelliMotion Builder', który przeprowadzi nas przez wszystkie kroki. Program zaproponuje nam również automatyczne utworzenie poszczególnych więzów na podstawie geometrycznych cech zdefiniowanych w systemie CAD tj. np. współosiowość, współplanarność, orientacja obiektów, etc.

Symulacja:

Program uwzględnia następujące typy symulacji: symulację złożenia, statyczną, dynamiczną oraz dynamiczną od punktu równowagi statycznej. W początkowym etapie symulacji moduł rozwiązujący (solver) dokonuje sprawdzenia poprawności definicji modelu. Sprawdzane są m.in. poprawność definicji poszczególnych par kinematycznych obliczane stopnie swobody układu oraz stopnie jego ruchliwości w celu sprawdzenia czy występują więzy redundantne (przesztywniające układ), generowany jest odpowiedni raport.
Oprócz wyboru typu symulacji mamy również możliwość wyboru modułu rozwiązującego oraz możemy zmienić jego parametry (m.in. ilość kroków, czas symulacji, granice geometryczne dla przemieszczeń liniowych i kątowych, parametry całkowania, maksymalna liczba iteracji, etc.) wpływające m.in. na dokładność uzyskanych wyników.

Analiza i wizualizacja wyników:

Po przeprowadzeniu symulacji możemy spokojnie przeanalizować działanie mechanizmu krok po kroku, obserwując ruch mechanizmu oraz śledząc przebiegi interesujących wielkości na wykresach XY.
W trakcie animacji modelu możemy również śledzić graficzne zmiany wektorów reprezentujących siły, momenty w więzach i środkach ciężkości poszczególnych elementów układu oraz trajektorie, prędkości, przyspieszenia dla dowolnych punktów należących do elementów układu.
Wyniki symulacji można zapisać jako animację do pliku w formacie AVI lub wyeksportować do pliku tekstowego bądź arkusza kalkulacyjnego.
Dostępna jest również analiza kolizji (interferencji) zachodzących między poszczególnymi ruchomymi ogniwami układu.

Weryfikacja i optymalizacja projektu:

Na podstawie otrzymanych wyników można określić miejsca konstrukcji, które należy zweryfikować (przekonstruować), a następnie powtórzyć symulację.

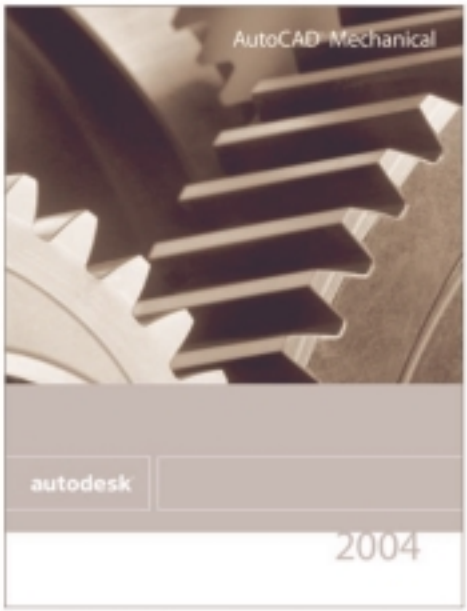
Dodatkowe informacje znajdują się pod adresami internetowymi:
- www.mesco.com.pl/produkty/ddm.htm
- www.designtechnologies.com

Szukasz najlepszego oprogramowania do wydajnego projektowania w przestrzeni 2D i 3D ?
Nie wiesz który z programów dostępnych na rynku jest najlepszy ?
Nie wiesz który program wybrać ?
Autodesk Inventor Series i AutoCAD Mechanical 2004 w swej najnowszej odsłonie zaspokoją wszystkie twoje najbardziej wyszukane potrzeby. Wielu już wybrało i dzięki nim Autodesk INVENTOR Series ma status najlepiej sprzedającego się programu do projektowania 3D.

Autodesk Inventor Series #1 Best-Selling 3D Design Software

MAT
autodesk
authorized reseller

http: www.mat.net.pl
e-mail: mat@mat.net.pl
ul. Rzemieślnicza 1
30-363 Kraków
Tel. (012) 267-11-50
Tel. (012) 266-90-16



Autodesk INVENTOR Series +Subskrypcja w cenie: 6 500.00 EURO

Obliczenia nieliniowe kalibrowane badaniami laboratoryjnymi

Grzegorz Porembski
gporembski@desart.com.pl

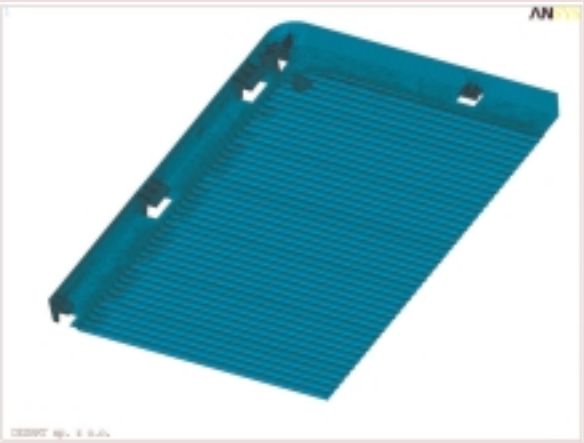
Prezentowany wzór skrzynki jest własnością zleceniodawcy, Jelenia Plast sp. z o.o., ul. K.Miarki 62, 58-500 Jelenia Góra.
Niniejszy artykuł jest prezentowany za wiedzą i zgodą firmy Jelenia Plast sp. z o.o.

Firma 'Jelenia Plast' sp. z o.o. z Jeleniej Góry to liczący się na rynku producent artykułów z tworzyw sztucznych. W związku z pracami nad nową wersją składanej skrzynki, firma zwróciła się do nas z zapytaniem dotyczącym symulacji zachowania się jej produktu podczas obciążania zadanym ciężarem.

Skrzynkę a właściwie jej jeden element czyli dno, można oczywiście obciążyć i od razu uzyskać odpowiedz na pytanie: wytrzyma czy nie. Niestety tego typu próba fizyczna weryfikuje obiekt, ale nie daje odpowiedzi na pytanie co zmienić, aby było lepiej. Dlatego zabraliśmy się do pracy. Jak zwykle w analizach numerycznych, prócz jakości geometrii, największa trudność leży w pozyskaniu odpowiedniej jakości danych materiałowych. Właściwości tworzyw sztucznych, jako materiału konstrukcyjnego, bez odpowiednich badań są ciężkie do oszacowania. Aby nie było zbyt łatwo, element dna jest wykonany z tzw. regranulatu. Takie rozwiązanie jest dosyć często stosowane wśród producentów ze względu na niskie koszty zakupu. Wadą tego typu rozwiązania jest znikoma wiedza na temat właściwości mechanicznych takich materiałów.

Rys.1: Widok poskładanej skrzynki z tworzywa

W naszej analizie nie rozpatrywaliśmy samego procesu wtrysku, a tylko skupiliśmy się na symulacji wytrzymałości gotowego produktu.
Jak zwykle, gdy brak dokładnych danych materiałowych to trzeba je określić doświadczalnie. Dlatego zdecydowaliśmy się zlecić badanie materiału firmie zewnętrznej, która posiada odpowiedni sprzęt oraz doświadczenie.
Na podstawie danych pomiarowych skalibrowaliśmy model materiałowy oraz wykonaliśmy symulację testową. Miała ona na celu weryfikację przyjętego modelu materiałowego. Model liniowy materiału nie dawał oczekiwanej dokładności wyników, co spowodowało, że zastosowaliśmy model nieliniowy ściśle bazujący na danych pomiarowych. Zastosowanie nieliniowego modelu materiałowego spowodowało znaczny wzrost nakładu czasu obliczeń. Wymogi co do dokładności zmusiły nas jednak do pozostania przy takim rozwiązaniu.

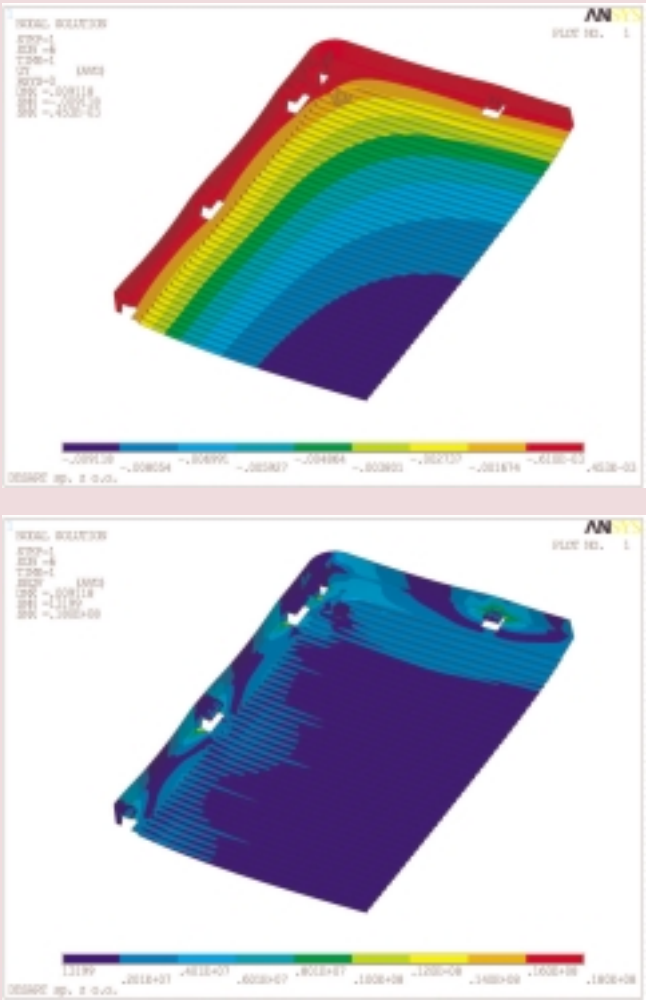


Rys.2: Siatka elementów skończonych rozpięta na modelu 1/4 dna skrzynki.

Kiedy posiadaliśmy już skalibrowany model materiałowy, co w tym przypadku było połową sukcesu, przystąpiliśmy do wykonania właściwego modelu MES dna skrzynki w programie ANSYS. Jeśli chodzi o geometrię, to zleceniodawca dostarczył nam bardzo poprawny model 3D swojego produktu. Dla mnie, jako osoby wykonującej analizę, pozostało tylko usunąć tą część geometrii, która nie brała udziału w analizie, a resztę podzielić na elementy skończone. Ze względu na smukłość obiektu zdecydowałem się na zastosowanie kombinacji elementów powierzchniowych (shell181) oraz elementów bryłowych (solid185). Tego typu kombinacja zaowocowała modelem, który bardzo łatwo umiałem modyfikować i poddawać analizie dla różnych wariantów geometrii i obciążenia.
W ten sposób wyrobiliśmy sobie zdanie o tym, jakie cechy wpływają na stan wytężenia obiektu. Symulacja w zamierzeniu zleceniodawcy miała przewidzieć jak zachowa się obiekt podczas badania certyfikującego.
Z formą badań certyfikujących trudno dyskutować, są takie jakie są i nie za bardzo mamy wpływ na ich postać. Dlatego zasięgnęliśmy m.in. informacji u źródła, czyli w firmie, która jest uprawniona do wyko-nywania tego typu testów. Posiadając informacje o wymu-szeniu (jaki ciężar i w jaki sposób rozłożony) i warunkach brzegowych (zamocowanie podczas badania), wykonaliśmy cały zestaw symulacji. Pokazały one generalnie, że konstrukcja w wyniku szeregu ewolucyjnych zmian nie jest konstrukcją złą. Zespół, który przekazał nam postać wyjściową geometrii, sam już wyeliminował część rozwiązań, które negatywnie wpływały na nośność skrzynki.

Dzięki naszej analizie mogliśmy się odnieść nie tylko do stanu odkształcenia dna, czyli do stanu jaki widać podczas próby fizycznej, ale również mogliśmy coś więcej powiedzieć o stanie naprężenia w dnie skrzynki. Stan naprężeń mówi nam trochę więcej, co do przewidywanego zachowania się skrzynki, a w szczególności w jaki sposób nastąpi zniszczenie dna.
Nasze wyniki pokazały m.in., że z punktu widzenia wytrzymałościowego dno skrzynki nie utraci ciągłości, nie ulegnie zniszczeniu poprzez przerwanie jego struktury. Przy zadanym obciążeniu naprężenia w materiale dna rosną, ale nie przekraczają granicy plastyczności oszacowanej w badaniach laboratoryjnych. Dla samej konstrukcji dna bardziej niebezpieczne są dosyć duże jego odkształcenia w rejonach zamocowania do ścianek bocznych. Mogą one spowodować wyczepienie się dna od ścianek bocznych, a co za tym idzie rozłączenie dna od reszty skrzynki.

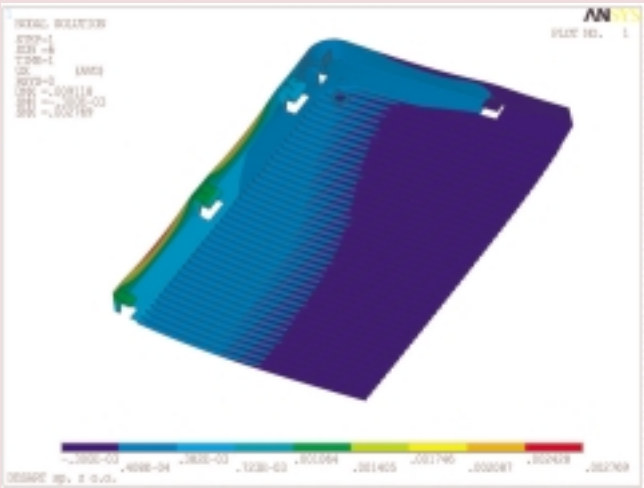
Przedmiotem zlecenia nie była tylko ocena stanu istniejącego, ale i poszukiwanie rozwiązań dla znalezionych ewentualnych słabych punktów. W ramach przeprowadzonych symulacji były brane pod uwagę różne sposoby poprawy sztywności krawędzi dna. Wszystkie propozycje zostały przekazane zleceniodawcy i będą brane pod uwagę przy kolejnych modyfikacjach skrzynki. W tym miejscu trzeba zwrócić uwagę na to, że względy wytrzymałościowe muszą współgrać również z innymi ograniczeniami wynikającymi z warunku minimalizacji masy. Nadal największy koszt jest związany z ceną surowca. Również ograniczenia technolo-



Rys.3: Wyniki przemieszczeń (rys górny) i naprężeń zredukowanych (rys dolny) na modelu 1/4 dna skrzynki.

giczne, co w wielu wypadkach umyka nam przy weryfikacji wytrzymałościowej, rządzą się swoimi prawami i nie wszystkie pomysły da się zrealizować zachowując zdrowy rozsądek.
W ramach oceny stanu wytężenia skrzynki nie tylko skupialiśmy się na zmianie geometrii samej skrzynki, ale również przyjrzeliśmy się na ile procedury testowe stosowane przez firmy certyfikujące odpowiadają rzeczywistym warunkom w jakich taka skrzynka jest używana.
Udało nam się znaleźć postać obciążenia, która jest bardziej niekorzystna od próby certyfikującej. Przy takim samym ciężarze sumarycznym uzyskuje się gorsze stany naprężeń i odkształceń. Tego typu uwagi zostały przekazane zleceniodawcy, który postanowił uwzględnić je, nie ze względu na certyfikaty, ale ze względu na samą użyteczność produktu.

Mamy nadzieję, że zapoczątkowana współpraca z firmą Jelenia Plast będzie owocować kolejnymi wspólnymi projektami.



Rys.4: Wyniki przemieszczeń poprzecznych na modelu 1/4 dna skrzynki.

Konkurs prac studenckich

Parę miesięcy temu wspólnie z CADFEM GmbH ogłosiliśmy konkurs na najlepszą prace studencką w której wykorzystane zostanie oprogramowanie ANSYS.
Przypominamy, że autorowi najlepszej pracy MESco pokrywa koszta udziału (przejazd, hotel i koszty uczestnictwa) w największej w Europie konferencji dotyczącej zastosowania metod elementów skończonych:

CADFEM Users Meeting,
International Congress on FEM Technology 2003

Opiekunowi pracy pokrywamy koszty uczestnictwa w Konferencji, które nie są wcale małe (750 Euro). A naprawdę warto wziąć udział w tej Konferencji, w której w roku 2002 wzięło udział blisko 600 uczestników, wśród których spotkać można było wiele sław m.in. Johna Swansona, twórcę ANSYS-a, Richarda MacNeala, założyciela firmy MacNeal-Schwendler (obecnie MSC.Software) oraz Johna Hallquista, twórcę oprogramowania LS-DYNA.

W tym roku Konferencja odbędzie się w dniach 12-14 listopada w Poczdamie.
Uczestnictwo w tej Konferencji to spora szansa zaistnienia na forum międzynarodowym. Nagrodzona praca oprócz możliwości wygłoszenia jej na Konferencji, zostanie również opublikowana w jednym z polskich czasopism branżowych oraz jej skrót w MESsengerze.
Nadal jeszcze zapraszamy wszystkich zainteresowanych do uczestnictwa.

Więcej informacji oraz warunki wzięcia udziału w konkursie:
www.mesco.com.pl/konkurs/konkurs.htm
www.usersmeeting.com
oraz pod naszym numerem telefonu: (32) 768-36-36

CADFEM UsersMeeting 2002 - Friedrichshafen

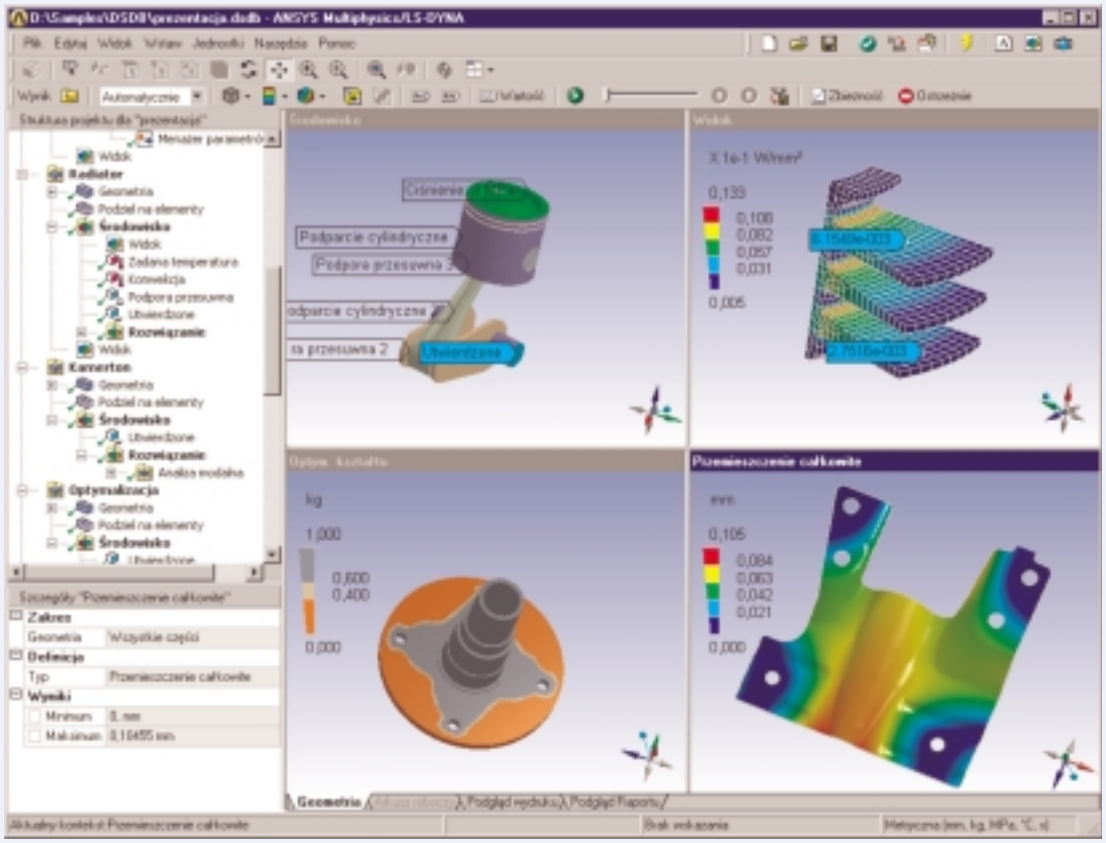
Co nowego w ANSYS® wersja 7.0

Cyprian Gil
cgil@mesco.com.pl

Firma ANSYS, Inc. regularnie wypuszcza na rynek nowe wersje swojego flagowego produktu - ANSYS, tym razem oznaczony on został numerem 7.0.
Program ANSYS już od wielu lat posiada ogromne możliwości obliczeniowe z tego też powodu nowości w każdej następnej wersji są coraz bardziej wysublimowane i specjalizowane, a wiec nie wszystkie dotyczą każdego użytkownika. To, co zawsze odnosi się do wszystkich użytkowników to zmiany w interfejsie (GUI) oraz poprawa modułów rozwiązujących.
W najnowszej wersji wprowadzono nie tylko zmiany dotyczące zarówno solvera jak i GUI, lecz poza tym wiele innych usprawnień. Poniżej postaram się przedstawić zmiany, które według mnie są najciekawsze.

Osoby pilnie śledzące rozwój programu, przyzwyczaiły się już pewnie do nowego, jednookienkowego interfejsu graficznego.
W najnowszej wersji dodany został dodatkowy interfejs. Jest to GUI, które do tej pory dostępne było w programie DesignSpace. Interfejs ten jest wyjątkowo łatwy i intuicyjny w obsłudze. Oferuje automatyzacje wielu procesów, przez co znacznie ułatwia użytkowanie. Takie operacje jak obciążenie lub podparcie sworzniem lub przyłożenie siły do powierzchni realizowane mogą zostać za pomocą kilku kliknięć.
W standardowym środowisku ANSYS operacje takie również są wykonywalne, wymagają jednak o dużo większego nakładu pracy. Korzystając ze środowiska Workbench, tak bowiem nazywa się nowe GUI, program automatycznie wykrywa i definiuje kontakt pomiędzy częściami złożenia, zwalniając nas tym samym z mozolnego procesu definicji. Dołączone zostały również szablony i kreatory prowadzące użytkownika przez kolejne etapy analizy. Wszystko to sprawia, że jest to doskonałe narzędzie do przeprowadzenia analiz inżynierskich. Ceną, jaką trzeba zapłacić za powyższe udogodnienia jest niemożliwość wykorzystania wszystkich opcji ANSYS'a w środowisku Workbench. Jednakże interfejs ten jest obecnie bardzo intensywnie rozwijany i na pewno możliwości przez niego udostępniane będą coraz większe. Dodatkową zaletą nowego interfejsu jest jego polska wersja językowa. Jest to tym bardziej pomocne, że program automatycznie tworzy raport (w języku polskim) z analizy, co pozwala zaoszczędzić dużo czasu.

Wydaje się, że prawo Moore'a odnoszące się do podwojenia wydajności procesorów, odnosi się również do możliwości niektórych modułów rozwiązujących. W szczególności do modułu SPARSE - głównego modułu rozwiązującego typu bezpośredniego. Już od kilku wersji programu jest on gwałtownie rozwijany i oferuje coraz większe możliwości. Tym razem zredukowano czas potrzebny na operacje we/wy o 30% oraz wprowadzono możliwość zrównoleglenia procesu dla zadań niesymetrycznych. Modułu tego można teraz używać również w analizach z użyciem superelementów, co jest bardzo dobrą wiadomością. Do tej pory w niektórych etapach dozwolony był tylko moduł frontalny, który niestety nie nadaje się do większych problemów a poza tym jest powolny jak na dzisiejsze warunki. Radykalnie zmniejszono zapotrzebowanie na pamięć RAM w analizach tego typu.
Od pewnego czasu ANSYS oferuje również moduł DDS (Domain Decomposition Solver). Pozwala on na rozwiązanie rozproszone, czyli na wielu komputerach równolegle. W ANSYS 7.0 zwiększono wydajność dla tego modułu nawet o 50% w stosunku do poprzedniej wersji. Moduł również znacznie lepiej radzi sobie z kontaktem oraz CP i CE.



Rys.1: Nowy, alternatywny interfejs programu ANSYS 7.0 - w polskiej wersji językowej

ANSYS posiada rozbudowane możliwości analiz zjawisk kontaktowych. W najnowszej wersji, poza możliwościami wytrzymałościowymi oraz termicznymi, elementy otrzymały również możliwości elektryczne. Pozwala to na symulowanie takich zjawisk jak zgrzewanie czy spawanie bez uciekania się do procedur APDL. Wprowadzono również szereg możliwości mających usprawnić rozwiązanie takich zjawisk jak automatyczne wykrycie i zredukowanie luk między częściami, uaktualnienie własności kontaktu po każdym kroku iteracyjnym itp.
Dostępny jest nowy element kontaktowy o nazwie CONTA175 pozwalający na definicje kontaktu punkt-powierzchnia. W ten sposób rodzina kontaktów 17x

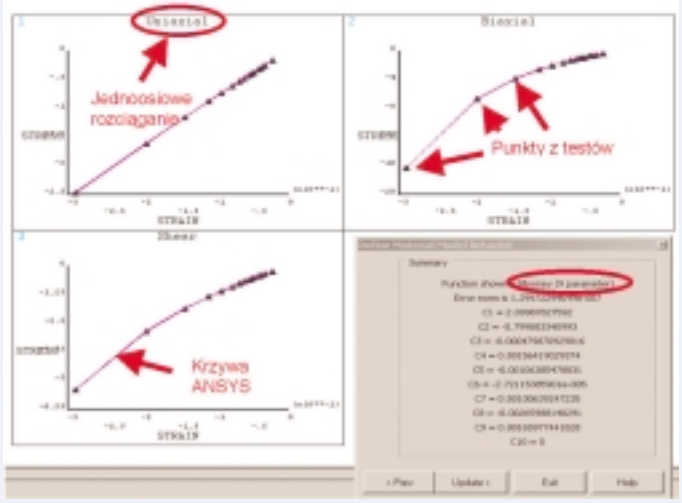
jest już pełna. Jeżeli ktoś z Państwa używa jeszcze elementów z rodziny 48-51 polecam wykorzystanie ele-mentów 17x, ponieważ posiadają znacznie większe możliwości. Podobnie polecam stosowanie elementów 18x w analizach wytrzymałościowych. Najnowsza wersja programu wzbogaciła się o nowego członka tej rodziny - element MPC184. Jest to element doskonale sztywny, pozwala na stosowanie szeregu uproszczeń w konstrukcji, może zastąpić funkcje CP oraz CE.

Pomimo posiadania dużej biblioteki materiałów, każda następna wersja przynosi nowe modele. Tym razem są to cztery materiały hiperelastyczne: Yeoh, Gent, Blatz-Ko Foam, Ogden Hyperfoam.
Problem, który zazwyczaj napotykamy przy wykorzystaniu nowych modeli materiałowych to uzyskanie współczynników opisujących model.
ANSYS 7.0 udostępnia narzędzia pozwalające na uzyskanie współczynników dla modeli materiałów hiperelastycznych na podstawie krzywych z prób materiałowych.

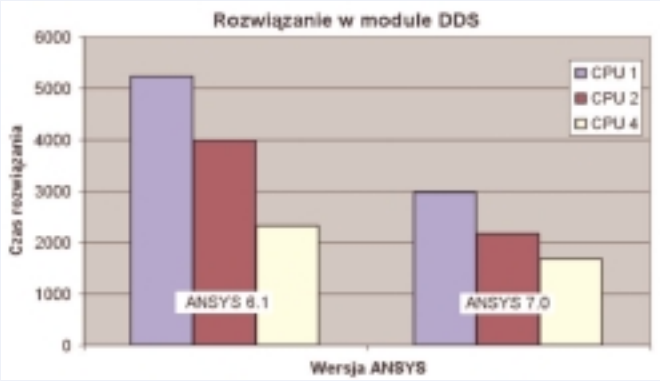
Wprowadzono dwa nowe elementy powłokowe: Shell131 oraz 132. Są to elementy laminatowe pozwalające na uwzględnienie przepływu ciepła w kierunku normalnym do powierzchni elementu.
Mogą być zastosowane w analizach stanów ustalonych jak również nieustalonych. Elementy uwzględniają zgięcie powłoki na wskutek różnych temperatur w warstwach. Mogą zostać zastosowane do modelowania zbiorników, w których przechowywane są media o temperaturze różnej od temperatury otoczenia.

To jeszcze nie wszystkie nowości zaprezentowane w najnowszym ANSYS'ie. Istnieje szereg zmian dla zadań przepływowych, cieplnych i zagadnień sprzężonych.
Jeżeli są Państwo zainteresowani dokładniejszą listą to zapraszam na naszą stronę:
www.mesco.com.pl/produkty/ansys/ansys70.htm

Już po złożeniu biuletynu otrzymaliśmy wersję ANSYS 7.1. Również o jej nowościach mogą Państwo przeczytać pod wyżej wymienionym adresem internetowym.



Rys.2: Własności materiałowe na podstawie wykresów prób laboratoryjnych

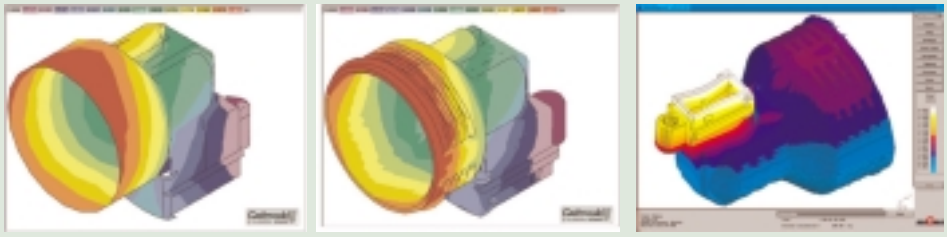


Rys.3: Porównanie wydajności ANSYS 6.1 i ANSYS 7 w module Domain Decomposition Solver

Cadmould Mold Expert

Adam Łokieć
alokiec@mesco.com.pl

Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie możliwości i korzyści płynących ze stosowania programów symulacji procesu wtrysku na przykładzie pakietu Cadmould firmy Simcon. Poruszone i opisane zostały pewne pojęcia związane z symulacją procesu wtrysku, tj. : metoda elementów skończonych jako metoda ogólnie stosowana w rozwiązywaniu wielu problemów w tym m.in. związanych z wtryskiem; rodzaje modeli stosowanych w symulacjach oraz porusza również wpływ właściwego opisu i doboru rodzaju tworzywa na przebieg samej symulacji.



Rys.1. Porównanie wyników symulacji wtrysku dla modeli typu: 'midplane' (a) i 'powłokowego' (b) w programie Cadmould oraz 'objętościowego' (c) wykonanego w programie MAGMA.

Wraz z rozwojem technik wtrysk coraz częściej zostają wykorzystywane również programy symulacyjne, które mogą obliczać fazę wypełniania gniazda, docisku i chłodzenia jak również analizować deformację wypraski w trakcie chłodzenia w formie i po jej usunięciu.

Pierwsze badania rozwojowe nad symulacją procesu wtrysku rozpoczęto już w latach 70-tych głównie w instytutach i na uczelniach wyższych. W taki sposób powstawał m.in. pakiet Cadmould - począwszy od Instytutu Obróbki Plastycznej (Institut fur Kunststoffverarbeitung) Politechniki w Aachen (Niemcy). Następnie był rozwijany przez utworzoną w tym celu firmę Simcon GmbH. Obecnie przy rozwoju programu bierze udział wiele firm z rejonu Aachen, zrzeszonych w stowarzyszeniu INTRA (Interest Group of Innovative Enterprises for Plastic Engineering).

Powodów, dla których powinno się stosować programy do symulacji procesów wtrysku (zaliczanych do grupy programów CAE) można wymienić wiele. Do najważniejszych zaliczyć należy względy ekonomiczne oraz jakościowe.

Do aspektów ekonomicznych należy zaliczyć m.in.:

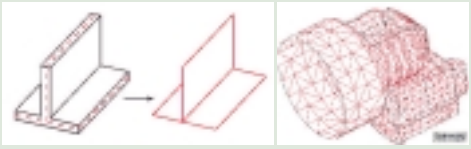
- redukcję ilości prototypów fizycznych,
- oszczędność materiału (już od pojedynczej części),
- krótszy czas przygotowania produktu, mniej modyfikacji związanych z dobraniem parametrów procesu,
- minimalizację czasu cyklu o 10 -15%,
- minimalizację potrzebnej siły docisku formy.

Natomiast do aspektów jakościowych zaliczyć należy m.in.:

- możliwość analizy przewidywanych problemów,
- rozwiązywanie problemów już na etapie projektu,
- określenie linii łączenia strug tworzywa oraz zapobieżenie powstania pułapek powietrznych,
- dobór odpowiedniego tworzywa dla wypraski,
- zaprojektowanie odpowiedniego systemu kanałów wtryskowych,
- zwiększenie dokładności powtarzalność procesu,
- analiza skurczu oraz wypaczenia, zachowanie wymaganej tolerancji wymiarów.

Symulacja lepsza od próby

Sposób podejścia do komputerowej symulacji procesu wtrysku jest z reguły zawsze podobny. Wpierw wykonuje się analizę wtrysku (wypełnienia formy i optymalizację położenia kanału wlewowego) mając do dyspozycji model odzwierciedlający gniazdo formy (czyli wypraskę).
W początkowym etapie próbuje się znaleźć odpowiednie miejsce dla lokalizacji wlewka analizując symulację fazy wypełnienia. Celem tego działania jest wyznaczenie położenia linii łączenia, wyeliminowanie pęcherzy powietrza, zapewnienie równomiernego spadku ciśnienia i optymalizacja położenia włókien.
Następnym krokiem jest optymalizacja takich parametrów procesu jak profilowanie strumienia objętości, temperatury formy, wielkości i czasu fazy docisku. Obliczenia skurczu i odkształceń to dobry środek prognozowania tendencji wypraski do deformacji w zależności od właściwości tworzywa, parametrów procesu, położenia wlewka i warunków termicznych w formie.



Rys.2. (a) - idea powstawania modelu typu 'midplane' z modelu objętościowego, (b) - podział modelu na elementy skończone.

Stosowanie symulacji wtrysku jest skutecznym sposobem na znaczne ograniczenie kosztów oraz czasu już na etapie konstrukcji samej formy (nawet do 50%). Wykonanie gotowej formy jest procesem czasochłonnym, a przede wszystkim bardzo kosztownym. Koszta te mogą ulec dodatkowemu zwiększeniu na skutek wprowadzanych dodatkowych poprawek w formie. Budowa tzw. 'dobrej formy' nie powinna skupiać się jedynie na jej konstrukcji i rozwiązaniach mechanicznych.
Przyjęta konstrukcja oraz rozwiązania mechaniczne powinny być wynikiem wcześniejszego dogłębnego zbadania możliwości wykonania narzędzia dla ustalonej technologii wtrysku, oraz szeregu analiz m.in. reologicznej, termicznej oraz mechanicznej dotyczącej samej wypraski. Ustalenie sposobu wykonania narzędzia (formy) najczęściej powinno być więc etapem ostatnim.

Analiza reologiczna obejmuje:

- fazę wypełniania gniazda tworzywem dla ustalonych parametrów przepływu, tj. temperatura, prędkość i czas wypełnienia gniazda formy,
- ustalenie lokalizacji punktu(ów) wtrysku,
- ustalenie lokalizacji przewężek,
- ustalenie maksymalnych strat ciśnienia względem dyszy maszyny wtryskowej, występujących podczas procesu wtrysku.

Analiza termiczna obejmuje:

- bilans energii dla całego narzędzia,
- wstępny projekt układu chłodzenia,
- ustalenie położenia kanałów wtryskowych,
- kontrolę jednorodności termicznej po wypełnieniu gniazda.

Analiza mechaniczna obejmuje:

- kinematykę formy,
- sztywność w kierunku poprzecznym do osi wtryskarki,
- sztywność w kierunku zamykania,
- siły spychania i bezwładności, naciski powierzchniowe.

.***Przygotowanie modelu do symulacji.***

Modele stosowane w symulacjach wtrysku ewoluowały wraz z rozwojem samych metod i programów symulacyjnych. Obecnie można wydzielić trzy główne typy modeli stosowane w symulacjach procesu wtrysku: model *midplane*, *powłokowy* oraz *objętościowy*.
Modele typu *midplane* charakteryzuje to, że reprezentowane są przez płaszczyznę środkową.
Stosuje się je raczej dla detali powierzchniowych, tzn. takich w których grubość jest niewielka w stosunku do zewnętrznych wymiarów gabarytowych detalu. Cechą charakterystyczną tego modelu jest krótki czas obliczeń oraz długi czas przygotowania

samego modelu do symulacji. Wraz ze wzrostem wydajności komputerów powstał *model powłokowy* (surface model) bazujący na geometrii STL, stworzonej wpierw z myślą o metodach stereolitograficznych. Obliczenia oparte na modelu powłokowym wymagają więcej czasu obliczeniowego w porównaniu z modelem *midplane.* Zaletą jest jednak znacznie krótszy czas przygotowania modelu do symulacji w porównaniu z modelem typu *midplane.* Obecnie prawie każdy system CAD potrafi zapisać stworzony w nim model 3D jako model powłokowy w formacie pliku STL. Ta cecha spowodowała, że modele *powłokowe* mają obecnie największy udział w przygotowaniu modeli do symulacji wtrysku.

Kolejnym modelem, który być może już w niedalekiej przyszłości zostanie liderem w symulacjach procesu wtrysku jest model *objętościowy*. Opis kształtu wypraski przy zastosowaniu modelu objętościowego pozwala na najdokładniejszy spośród w/w typów modeli opis kształtu wypraski bez stosowania uproszczeń geometrii a w związku z tym pozwala na uwzględnienie wszystkich efektów występujących podczas procesu wtrysku - zwłaszcza wypraski ze stosunkowo dużym zróżnicowaniem grubości ścianek, gdy np. istnieje niebezpieczeństwo pojawienia się swobodnego strumienia tworzywa. Wadą tego modelu jest pracochłonne przygotowanie modelu oraz czasochłonność obliczeń.

Opisywana w niniejszym artykule rodzina programów Cadmould opiera się na modelu *powłokowym* (STL).

Symulacje komputerowe procesu wtrysku opierają się na metodzie elementów skończonych (MES). W wielkim skrócie polega to na tym, że modele zostają podzielone na wiele małych elementów.

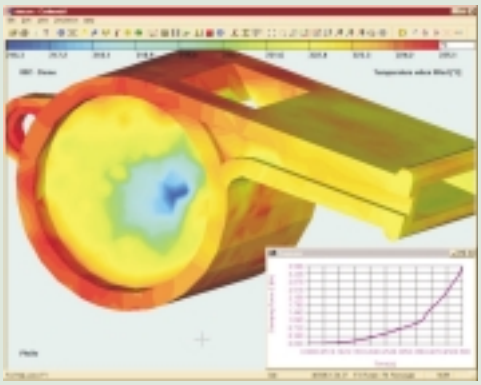
W przypadku modeli typu *midplane* oraz *powłokowych* używane są elementy zbudowane z płaskich trójkątów (trójwęzłowe), lub przestrzenne cztero lub sześciokąty (cztero lub sześciowęzłowe elementy). Metoda elementów skończonych, (MES) przyjęła się w przemyśle i w nauce na całym świecie jako podstawowe narzędzie do rozwiązywania różnorodnych problemów techniki.

Nie ma złych materiałów ale ...

Jednym z najważniejszych punktów symulacji komputerowej procesu wtrysku jest prawidłowe zdefiniowanie tworzywa. Dobierając tworzywo należy brać pod uwagę aspekty: konstrukcyjne, technologii przetwórstwa, montowania wyrobów. Ktoś kiedyś powiedział: "Nie ma złych materiałów, ale wybrany materiał może okazać się nieodpowiedni dla danego zastosowania". Konstruktor wyrobu powinien: znać własności materiałów proponowanych na projektowany wyrób oraz zbadać wszystkie możliwe wpływy, na jakie narażona będzie wypraska. Przy doborze rodzaju tworzywa należy bardzo szczegółowo zestawić własności tworzywa korzystając z odpowiednich broszur, prospektów, dostępnych banków danych materiałowych lub skorzystać z konsultacji technicznych u specjalisty reprezentującego producenta surowca.

Pakiet Cadmould dostarczany jest wraz z bazą materiałową CAMPUS, zawierającą ponad 500 materiałów. Baza posiada możliwość edycji pozycji w niej zawartych oraz dodawania nowych. Zapisana jest w formacie programu MCBase (M-Base GmbH).

Niestety w polskich realiach sprawa dostępności własności materiałowych wymaganych dla symulacji procesu wtrysku nie jest jeszcze pod tym względem całkiem oczywista. Rodzimi producenci surowców i ich produkty często nie występują w popularnych, ogólnodostępnych na rynku bazach danych materiałowych, a i wyniki badań również często nie są udostępniane na życzenie klientów lub ich nie ma. Popularny i często stosowany parametr - masowy wskaźnik płynięcia (MFI), jest absolutnie niewystarczający dla potrzeb określenia właściwości materiału dla komputerowej symulacji wtrysku. Co prawda istnieją metody jednopunktowe wyznaczania krzywych lepkości na podstawie tylko jednego reometrycznego punktu pomiarowego, np. jednopunktowa metoda wyznaczania krzywej lepkości (model Winogradowa i Małkina), jednak mają one charakter zbyt uniwersalny i przybliżeniowy, nie gwarantujący pożądanej dokładności dla przeprowadzanych symulacji. Do zastosowań numerycznych stosuje się specjalne modele reologiczne, np. model Birda-Carreau-Yashudy, który został również zastosowany w pakiecie Cadmould.



Rys.3. Cadmould Rapid - okno użytkownika

Parametry równania dla tworzyw częściowo krystalicznych (PE, PP, PA, POM, PBT, PPS) określa się korzystając z równań Arrheniusa, dla tworzyw amorficznych (ABS, PS, PVC, PMMA, PC, PES, PSU) - wg równań WLF (Wiliams, Landel, Ferry).

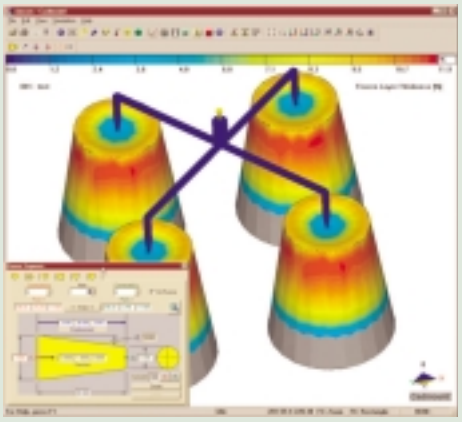
Modułowa budowa pakietu Cadmould

Pakiet Cadmould ma charakter modułowy. Dwa podstawowe moduły to: *Cadmould Rapid* oraz *Cadmould Fill*, który od modułu Rapid różni się możliwością projektowania kanałów wtryskowych. Pozwalają one na przeprowadzenie pełnej symulacji procesu wtrysku i uzyskaniu wielu cennych informacji o zjawiskach w nim zachodzących.

Jeszcze bardziej docenimy korzyści płynące z przeprowadzonej analizy wtrysku dzięki zastosowaniu dodatkowych modułów, tj:

- *Cadmould Pack* - analiza fazy dopakowania,
- *Cadmould Warp* - analiza skurczu i wypaczeń wypraski podczas studzenia w formie oraz swobodnego - po wyjęciu z formy,
- *Cadmould Cool* - definiowanie rozkładu temperatury na ściankach formy - uwzględnienie kanałów chłodzących,
- Cadmould Fiber - pokazanie orientacji włókien w różnych przekrojach ścianek wypraski.

Wszystkie moduły tworzą pakiet *Cadmould Mold Expert*.

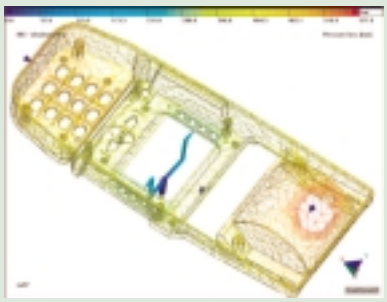


Rys.4. Cadmould Fill od Rapid różni się możliwością definiowania kanałów wtryskowych

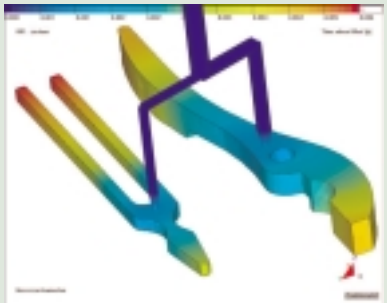
Symulacja to rozwiązywanie problemów jeszcze przed ich powstaniem

O zaletach stosowania symulacji wtrysku najlepiej świadczą wyniki możliwe do uzyskania dzięki opisywanemu pakietowi Cadmould, które podzielone są na grupy:

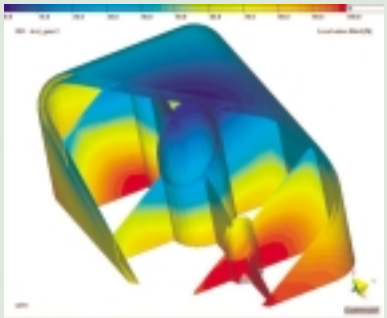
- *faza wypełnienia formy tworzywem* - animacje w funkcji czasu m.in.: front płynięcia tworzywa, rozkład temperatury oraz ciśnienia w gnieździe, rozkład naprężeń ścinających, prędkość płynięcia tworzywa, grubość warstwy zakrzepniętej, skurcz objętościowy, rozkład maksymalnych temperatur i naprężeń ścinających podczas całego procesu wtrysku,
- *faza docisku* - animacje w funkcji czasu m.in.: front płynięcia tworzywa, rozkład temperatury oraz ciśnienia w gnieździe, rozkład naprężeń ścinających, prędkość płynięcia tworzywa, grubość warstwy zakrzepniętej, skurcz objętościowy,
- *faza stygnięcia wypraski w formie oraz po wyjęciu z formy* - m.in. skurcz, wypaczenie, deformacja,
- *wykresy* - przebieg wymaganej siły docisku, ciśnienia, natężenia przepływu,
- *wyniki jakościowe* - m.in. ocena trudności wypełnienia gniazda, wykrywanie potencjalnych węzłów cieplnych, określenie wymaganego czasu stygnięcia wypraski w gnieździe formy, etc.



Rys.5. Wyniki symulacji rozłożone na siatce elementów skończonych.

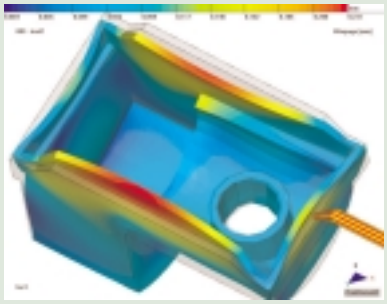


Rys.6. Właściwy dobór kanałów wtryskowych zapewnia równoczesne wypełnienie zróżnicowanych objętościowo elementów.



Rys.7. Wyniki w dowolnym przekroju wypraski.

Rys.8. Jakościowa oceny wypraski - problemy z wypełnieniem, pułapki powietrzne i linie łączenia strug tworzywa...



Rys.9. Deformacja i wypaczenie wypraski podczas chłodzenia..

Dzięki przeprowadzonej symulacji uzyskamy również informacje o:

- miejscach występowania potencjalnych pułapek powietrznych,
- miejscach łączenia strug tworzywa,
- wymaganej siły docisku formy,
- kierunkach płynięcia tworzywa,
- orientacji włókien w różnych warstwach ścianek wypraski, etc.

Wyniki mogą być prezentowane jako mapy wartości w formie obrazów statycznych (BMP, PNG), animacji (AVI) również rozpiętych na siatce elementów skończonych, lub dla wybranego przekroju wypraski.

Program potrafi również automatycznie wygenerować raport z przebiegu obliczeń w formacie HTML. Uzyskany w ten sposób raport można obejrzeć przy użyciu dowolnej przeglądarki internetowej, jak również zastosować we własnej prezentacji wyników, przesłać go współpracownikom, kierownikowi projektu czy klientowi zlecającemu projekt.

Firma Simcon jest również producentem bardziej zaawansowanego pakietu **Cadmould PRO**, który umożliwia przerowadzenie zaawansowanych symulacji np.: wtrysku komponentowego, wtrysku elastomerów, tworzyw termo i chemoutwardzalnych, wtrysku reaktywnego: RIM (reaction injection molding), LSR (liquid silicon rubber) oraz wtrysku z asystą gazu.

Dysponując wynikami z przeprowadzonej symulacji wtrysku dla wielu wariantów rozwiązań, oraz znając wymagania stawiane projektowanemu wyrobowi, konstruktor jest w stanie właściwie zaprojektować wypraskę np. dobierając odpowiednie tworzywo oraz odpowiednią grubość ścian wypraski, a technolog jest w stanie dobrać odpowiednie parametry dla procesu wtrysku:

Przykład 1:

Już na samym początku należy zastanowić się nad tym, czy stosując wybrany materiał można będzie uzyskać wymagane grubości ścian. Stosunek drogi płynięcia do grubości ścian wywiera decydujący wpływ na sposób napełniania gniazda w trakcie procesu wtryskiwania. Jeżeli przy małych grubościach ścian trzeba w formie wtryskowej zaprojektować długie drogi płynięcia, to konieczne jest zastosowanie tworzywa o stosunkowo małej lepkości stopu (stop o dużej płynności).

Przykład 2:

W przypadku tworzyw częściowo krystalicznych, dowolne zwiększanie grubości ścian w celu usztywnienia wyrobów jest bardzo często przyczyną poważnych problemów. Zmiany grubości ścian wyrobów z tworzyw wzmocnionych włóknem szklanym pociągają za sobą zmianę kierunku ułożenia włókien. W pobliżu ściany formy włókna układają się w kierunku płynięcia, natomiast pośrodku przekroju ścian wyrobu ułożenie włókien jest przypadkowe. Przy zwiększaniu grubości ścian zwiększa się przekrój, w którym włókna układają się w sposób przypadkowy, a grubość warstwy z włóknami ułożonymi w kierunku płynięcia prawie nie ulega zmianie. Przyczyną tego jest fakt, że przy zwiększaniu grubości ścian zmniejsza się moduł sprężystości wzdłużnej przy zginaniu (czyli efekt odwrotny od zamierzonego).

Przykład 3:

Przy termoplastach wzmocnionych włóknami, anizotropowe właściwości materiału mają ogromny wpływ na późniejszą deformację wypraski. Należy w tym przypadku przewidzieć, czy orientacja włókien, jest określona głównie przez położenie punktu wtryskowego. W przypadku przedmiotów symetrycznych, jeżeli orientacja włókien po procesie wtrysku będzie również symetryczna, wówczas uzyskamy w obrębie wypraski równocześnie skurcz symetryczny i cały element pozostaje prosty.

Podsumowanie i wnioski

Symulacje komputerowe przyjęły się już na całym świecie jako podstawowe narzędzie do rozwiązywania różnorodnych problemów techniki. Umożliwiają one poznanie zachowania się produktu już we wczesnej fazie jego projektowania. Prowadzi to do skrócenia okresu wdrożenia wyrobu do produkcji, uniknięcia budowy wielu kosztownych prototypów, tworzenia w oparciu nie tylko o doświadczenia ale o wiedzę o produkcie zdobytą w trakcie przeprowadzanych symulacji.

Dzięki komputerowym symulacjom wtrysku, nowe uruchomienia przebiegają bez czasochłonnych i kosztownych poprawek, zarówno jeśli chodzi o geometrię jak i budowę samego narzędzia formy wtryskowej. Złożoność obecnie produkowanych wyprasek, dążenie do ciągłego obniżania kosztów oraz wzmożona konkurencja na rynku wymuszają coraz to bardziej inwestowanie w technologię i optymalizację.

Biorąc pod uwagę fakt, że wydajność współczesnych komputerów jest coraz to większa - na rynku pojawia się również coraz to więcej dostępnych programów symulacyjnych. Ich dokładność i stosunkowa duża wszechstronność przeprowadzanych analiz jest już na tyle wystarczająca, że tego typu programy stanowić mogą nieocenioną pomoc dla konstruktorów narzędzi, wyprasek czy technologów układających proces technologiczny wtrysku. Trend do stosowania programów symulacyjnych wciąż się rozszerza i podobnie jak to ma miejsce od paru lat w wielu uprzemysłowionych krajach UE, najbliższe lata powinny spowodować zmiany w tym obszarze również wśród polskich firm. Podobnie jak programy do tworzenia dokumentacji oraz projektowania CAD staną się one standardem dla wszystkich firm z branży.

Należy jednak pamiętać, że programy symulacyjne tworzone są by wspomóc pracę konstruktora i technologa. Nie są tworzone by wyeliminować całkowicie człowieka. To człowiek interpretuje wyniki i podejmuje ostateczną decyzję oraz jest nadal odpowiedzialny za jej skutki. Wobec tego bezspornego faktu, doświadczenie zawodowe nadal będzie w cenie.

Dodatkowe informacje znajdują się pod adresami internetowymi:

- www.mesco.com.pl/produkty/cadmould.htm
- www.simcon-worldwide.com
- www.ikv-aachen.de/Ww/english.html
- www.intra-aachen.de
- www.sigmasoft.de

Po kursie choćby i na narty !

Anita Altdorf

Po intensywnym szkoleniu należy pomyśleć o odpoczynku, odreagowaniu i nabraniu energii na następny dzień.
W Tarnowskich Górach nie będziecie się Państwo nudzili.

Atrakcje turystyczne

Tarnowskie Góry ("gory" to po staropolsku kopalnie) swoje powstanie i dynamiczny rozwój zawdzięczają złożom rud srebra, żelaza, cynku i ołowiu. Dzięki tym bogactwom miasto było w XVI wieku liczącym się w Europie ośrodkiem górnictwa kruszcowego. Osoby pracujące wówczas w kopalniach nazywane były gwarkami, stąd o Tarnowskich Górach mówi się czasami jako o "Mieście Gwarków".

Z okresu świetności miasta zachowało się do dziś wiele zabytków. Warto zwiedzić rynek z odrestaurowanymi kamienicami, XVI wiecznymi arkadami, ratuszem oraz najstarszą czynną apteką i winiarnią 'Sedlaczek', w której już Jan III Sobieski próbował szlachetnych trunków. Również na rynku znajduje się drewniany kołowrót, będący pamiątką po studniach miejskich, a niedaleko od rynku 'dzwonnica gwarków'.

Jak na miasto gwarków przystało, co roku, we wrześniu organizowany jest historyczny pochód, w którym udział biorą nie tylko gwarkowie, ale również Jan III Sobieski z Marysieńką wraz z husarią, Bachus związany ze wspomnianą wyżej winiarnią oraz inne postacie powiązane z miastem.

Niewątpliwie jedną z najciekawszych atrakcji turystycznych jest kopalnia zabytkowa rud cynku, srebra i ołowiu, gdzie na głębokości 40 metrów można zwiedzić jedyną tego typu w Polsce podziemną trasę turystyczną liczącą 1700 metrów długości. Część trasy pokonujemy łodziami, co jeszcze bardziej uatrakcyjnia podziemną wędrówkę. Na terenie kopalni warto również obejrzeć muzeum minerałów, urządzeń górniczych oraz Skansen Maszyn Parowych.
Polecamy również odwiedzenie Sztolni Czarnego Pstrąga, której 600 metrową podziemną trasę zwiedzamy przepływając wyłącznie łodziami. Niedaleko położony od centrum Tarnowskich Gór Pałac w Rybnej może stanowić atrakcję dla miłośników muzyki nie tylko kameralnej, natomiast zabytkowy Pałac Kawalera w Świerklańcu wraz z otaczającym go parkiem i własnym mikroklimatem zapewni relaks oraz odpoczynek, zwłaszcza po intensywnym kursie.

Sportowa Dolina Dolomity

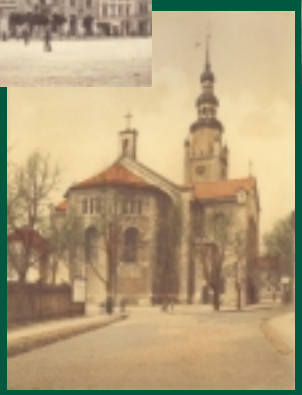
Park Wodny

Dla aktywnych

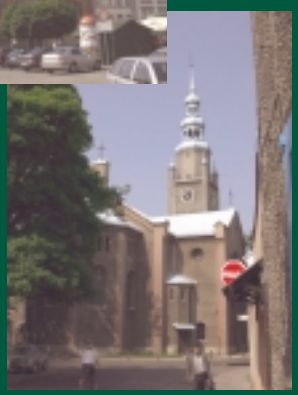
Poza zajęciami można pojeździć na nartach czy popływać. Park Wodny oferuje kompleks basenów ze zjeż-dżalniami, saunę, siłownię i gabinety odnowy. W 'Sportowej Dolinie Dolomity' można przez cały rok jeździć na nartach, a w położonym obok rezerwacie 'Segiet' mogą się wyżywać miłośnicy dwóch kółek (wypożyczalnia nart i rowerów znajduje się na miejscu). Natomiast dla pasjonatów wspinaczki dostępne są naturalne skałki oraz specjalnie przygotowane ściany wspinaczkowe. Popularne są również ośrodki jazdy konnej oraz korty tenisowe.
Na położonym niedaleko zalewie Chechło można uprawiać żeglarstwo, a wędkarze pewnie złapią coś na haczyk.

Coś na ząb

Kiedy zmęczy nas zwiedzanie, swej gościny użyczą nam urokliwe restauracyjki. Zaprasza 'Wiśniowy Sad', którego romantyczna nazwa w pełni oddaje charakter pomieszczeń, galeria 'Inny Śląsk' na wernisaże malarstwa nowoczesnego oraz występy muzyków nie tylko młodej sceny. 'U Wronów' zjemy pyszną pizzę, a w odrestaurowanym zamku z XVI wieku czynna jest 'Gospoda u Wrochema' ze smaczną kuchnią. Miłośników pubów angielskich skusi 'Camelot' a w wąskich uliczkach znajdziemy jeszcze wiele innych sympatycznych kafejek oraz pubów. Smacznie zjemy też w restauracji 'U Sedlaczka' mieszczącej się na rynku, szybko przekąsimy co nieco w 'Conieco'. Wieczór przy ognisku proponujemy w pobliskiej "Leśniczówce".



Tarnowskie Góry na początku XX wieku...



... i obecnie

Hotele

Polecamy sprawdzone już przez uczestników szkoleń noclegi w hotelu "Olimpijskim" tel. (032) 285-45-24, "Mirage" tel. (032) 285-83-23 oraz w zabytkowym "Domu Kawalera" w Świerklańcu, oddalonym od naszego biura o ok.7km.

Stąd wszędzie blisko

Łatwo do Tarnowskich Gór dojechać. Miasto położone jest niedaleko Katowic, Gliwic, Bytomia i portu lotniczego w Pyrzowicach i połączone obwodnicą z drogą krajową nr.11.

MESsenger

wydawany jest przez:

MESco

Biuro Usług Inżynieryjnych
42-600 Tarnowskie Góry, ul. Zagórska 167
http://www.mesco.com.pl
e-mail: info@mesco.com.pl
tel. (32) 768-36-36 fax. (32) 768-36-35

MESco jest biurem specjalizującym się w zastosowaniach symulacji komputerowej w przemyśle i nauce. Jest również autoryzowanym przedstawicielem firm ANSYS Inc., MSC.Software, Simcon zapewniając jednocześnie pełną obsługę techniczną w imieniu tych firm na terenie Polski.
Prowadzi szkolenia oraz wykonuje analizy na zlecenie.
Od wielu lat posiada podpisaną umowę o współpracy z Komitetem Badań Naukowych.
Do klientów należą wiodące firmy polskie i zagraniczne, zarówno koncerny jak i wiele małych i średnich przedsiębiorstw oraz większość uczelni technicznych.
Firma MESco ściśle współpracuje z CADFEM GmbH, jedną z największych firm w Europie, zajmującą się zastosowaniem symulacji komputerowej.