

POSTĘPY W KONSTRUKCJI I STEROWANIU

Bydgoszcz '2004

METODA SYMULACJI CAM WIERCENIA OTWORÓW W TARCZY ROZDRABNIACZA WIELOTARCZOWEGO

Józef Flizikowski, Kazimierz Peszyński, Wojciech Bieniaszewski, Adam Budzyński

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Wydział Mechaniczny
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-791 Bydgoszcz

Streszczenie: W pracy zaprezentowano metodę zautomatyzowania aktualizacji trajektorii wirtualnego narzędzia w systemie CAM, w przypadku zmiany geometrii CAD detalu, poddanego symulowanej obróbce. Badania przeprowadzono na przykładzie symulacji wybranych zabiegów obróbki tarczy rozdrabniacza wielotarczowego, tj. wiercenia otworów roboczych elementu.

1. Wstęp

Nowoczesny proces wytwarzania powinien cechować się dużą niezawodnością, niskimi nakładami, a także krótkim czasem trwania cyklu produkcyjnego. Cele te można osiągnąć m. in. poprzez stosowanie numerycznych narzędzi, służących do komputerowego wspomaganie procesu wytwarzania CAM (ang. *Computer Aided Manufacturing*), z których największymi możliwościami obliczeniowymi charakteryzują się aplikacje *high-end*, np. UGS NX2 [1]. Program komputerowy CAM można traktować jako element pośredni, pomiędzy aplikacją CAD/CAE, a rzeczywistym procesem wytwarzania. Dzięki stosowaniu programów CAM, można stworzyć program sterujący pracą obrabiarki, np. frezarki 5 – osiowej CNC. Trajektoria ruchu narzędzia jest generowana w programie CAM na podstawie geometrii CAD wytwarzanego elementu. Częstym problemem, pojawiającym się podczas pracy z programami CAM jest utracenie lub zniekształcenie wygenerowanej ścieżki narzędzia w przypadku zmiany geometrii CAD.

2. Obiekt badań

Obiektem badań jest modelowanie 3D MCAD wybranego elementu rozdrabniacza wielotarczowego [2, 3, 10], tj. tarcza. W tarczy wykonano wiele współosiowych kołowych wzorów otworów, których krawędzie są elementami roboczymi rozdrabniacza. Wobec powyższego, cechy geometryczne każdej z tarcz rozdrabniacza wielotarczowego są jednym z głównych czynników wpływających na niezawodność i sprawność procesu rozdrabniania. W celu zamodelowania geometrii tarczy rozdrabniacza, optymalnej dla określonej funkcji celu, utworzono aplikację komputerową, wg standardu algorytmów genetycznych [4, 6, 7, 8]. Wyjściem informacyjnym z aplikacji są cechy konstrukcyjne trzech współpracujących ze sobą tarcz rozdrabniacza wielotarczowego:

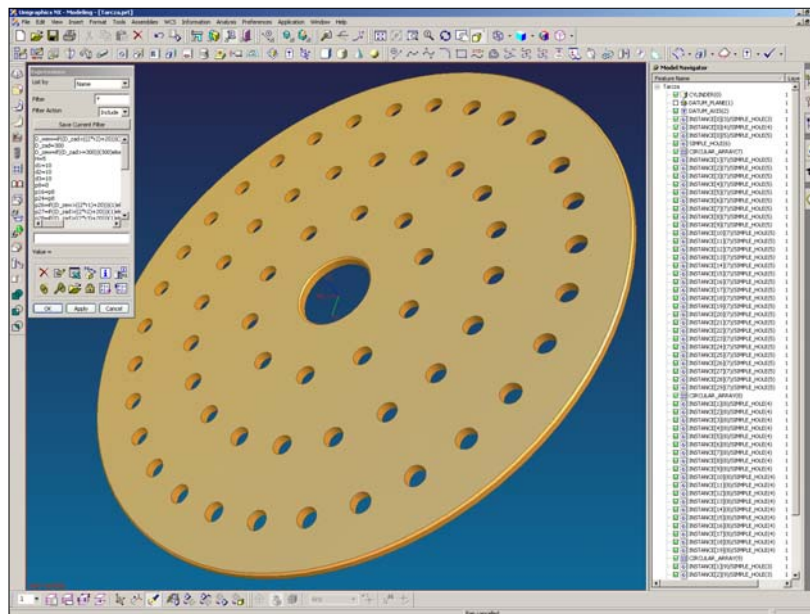
- liczba kołowych wzorów otworów (zwanymi dalej rzędami) w pierwszej ze współpracujących ze sobą tarcz,
- przyrost liczby rzędów w następnych tarczach,
- przyrost promienia każdego z koncentrycznych rzędów w pierwszej tarczy,
- przyrost promienia rzędów w następnych tarczach,

- liczba otworów w pierwszym rzędzie pierwszej tarczy,
- przyrost liczby otworów w pozostałych rzędach pierwszej tarczy,
- liczba otworów w następnych tarczach
- wartości średnic otworów w każdym rzędzie każdej z tarcz.

Dane geometryczne, otrzymane dzięki aplikacji komputerowej, przesyłane są do *Tablicy zmiennych* systemu *CAD/CAM/CAE UGS NX2*, w którym zamodelowano sparametryzowany pierwotny wariant modelu tarczy. W wyniku przesłania do systemu *NX2* danych z aplikacji optymalizującej, wykorzystującej w swym kodzie algorytmy genetyczne, model *CAD* tarczy ulega natychmiastowej aktualizacji, przedstawiając sobą cyfrowy zapis konstrukcji tarczy zoptymalizowanej ze względu na określoną funkcję celu.

3. Symulowanie obróbki *CAM* obiektu badań

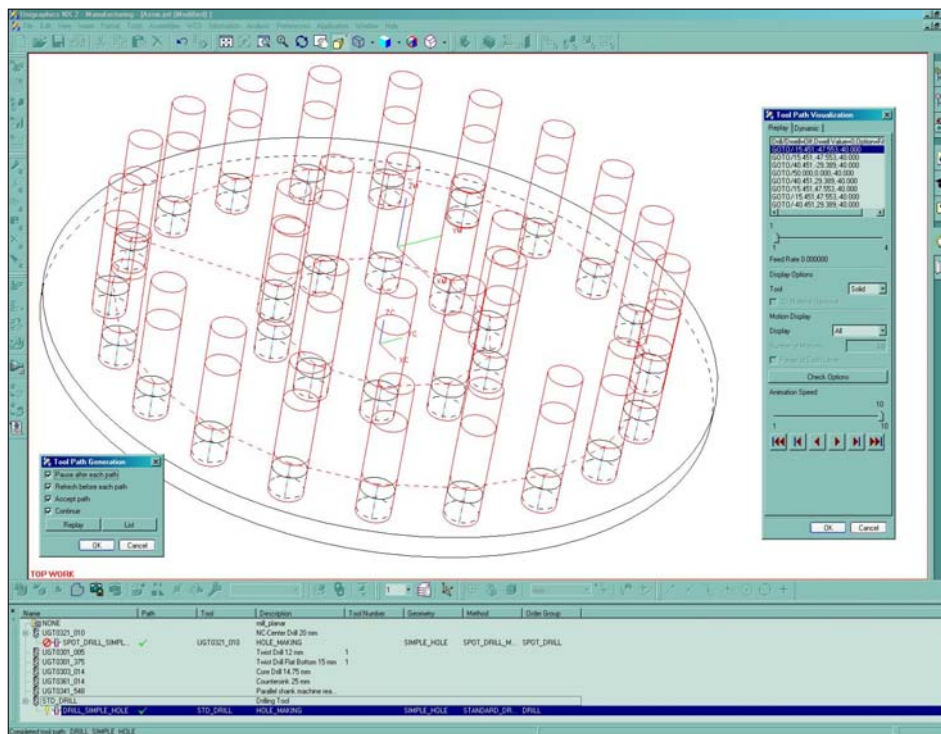
Jednym z celów pracy naukowej autorów jest zamodelowanie numeryczne kompletnego cyklu życia *PLM* (ang. *Product Lifecycle Management*) rozdrabniacza wielotarczowego, ze szczególnym uwzględnieniem jego wybranych elementów, tj. tarcz. Zintegrowanie cyklu życia każdego obiektu technicznego, m.in. wymaga szczególnego traktowania stanów przejściowych konstrukcji, tj. np. zakończenia projektowania, konstruowania i rozpoczęcia wytwarzania [2]. W informatycznym systemie produkcyjnym jest to równoznaczne z eksportem zatwierdzonych danych geometrycznych ze środowiska *CAD* do środowiska modelowania obróbki mechanicznej *CAM*. Dzięki zintegrowaniu wymienionych środowisk w systemie *high-end UGS Unigraphics NX2*, można zyskać pewność całkowitego zachowania, wyjątkowo złożonych cech geometrycznych [9]. Na Rys. 1. zaprezentowano zoptymalizowany geometrycznie, dla danej funkcji celu, model *3D MCAD* tarczy rozdrabniacza.



Rys. 1. Model geometryczny tarczy rozdrabniacza wielotarczowego, optymalnej ze względu na daną funkcję celu, wykonany w module *MCAD* systemu *UGS NX2*

Narzędzia numeryczne modułu *CAM* systemu *UGS NX2* są niezbędne w celu skorzystania z możliwości postprocesora programu, tj. m.in. wygenerowania wybranego kodu sterującego pracą obrabiarki *CNC*.

Symulowaną operacją technologiczną jest wiercenie otworów. Po zdefiniowaniu ostatecznego kształtu produktu, jak również półfabrykatu, korzystano z elastycznego narzędzia *Hole Making*. Na Rys. 2 przedstawiono symulację procesu wiercenia otworów w tarczy rozdrabniacza wielotarczowego.



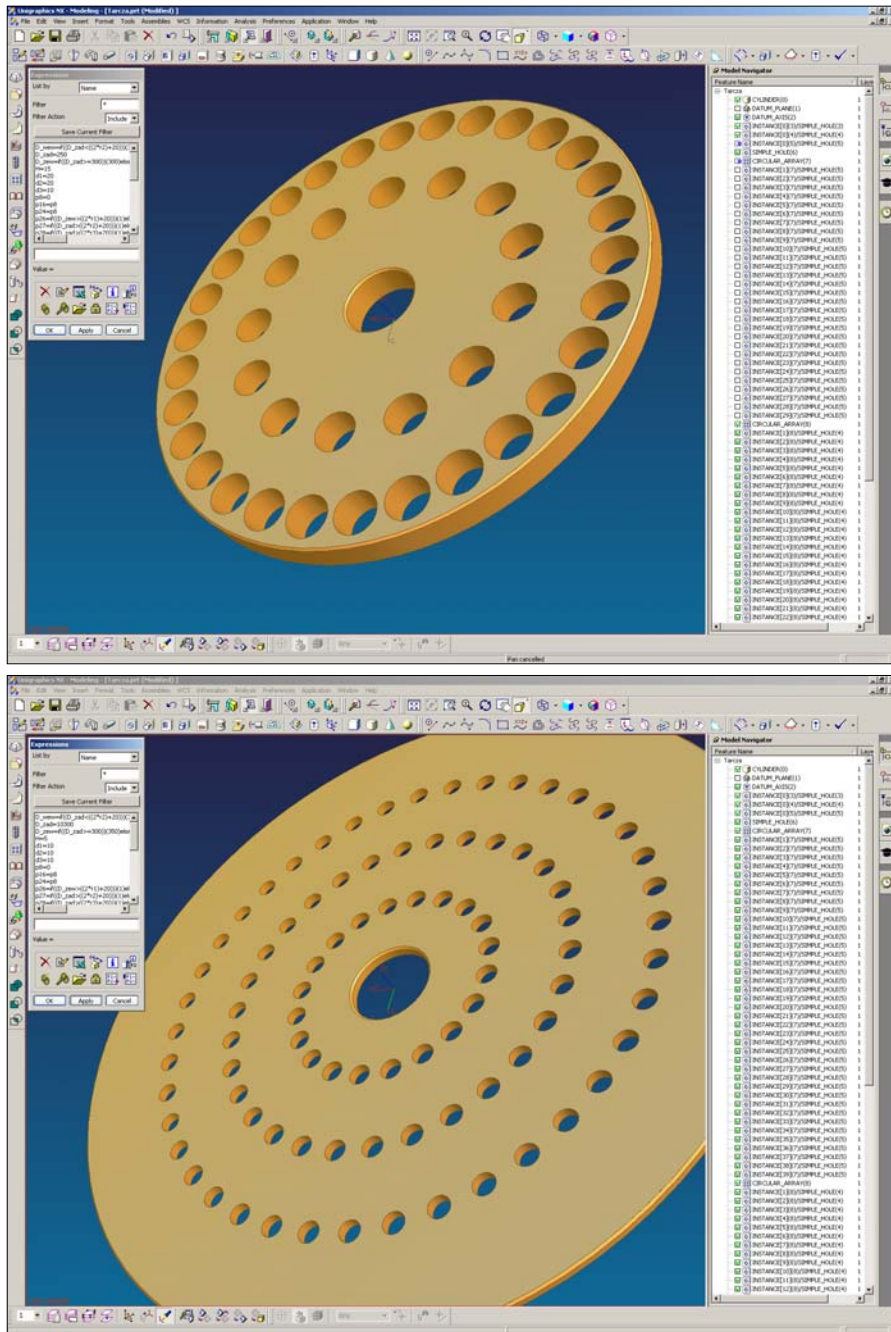
Rys. 2. Symulacja numeryczna procesu wiercenia otworów w jednej z tarcz rozdrabniacza wielotarczowego, przeprowadzona w module *CAM* systemu *NX2*

4. Asocjatywność wymiany danych pomiędzy *CAD* i *CAM NX2*

Zarówno cechy geometryczne produktu, jak również półfabrykatu, znajdujące się w module *CAM*, są asocjatywne względem zoptymalizowanego zapisu konstrukcji istniejącego w module *CAD*.

W wyniku ponownego uruchomienia procesu optymalizacji konstrukcji tarczy rozdrabniacza wielotarczowego, np. w wyniku zmiany funkcji celu, następuje zmiana numerycznego zapisu konstrukcji *CAD* tarczy. Przykładowe postaci geometryczne *CAD* tarczy, uzyskane na podstawie kolejnych procesów optymalizacyjnych, wykorzystujących algorytmy genetyczne, przedstawiono na Rys. 3.

Po zmianie geometrii *CAD* następuje natychmiastowa aktualizacja cech geometrycznych półfabrykatu, jak również produktu ostatecznego, mająca miejsce w module *CAM*.



Rys. 3. Przykładowe formy numerycznego zapisu konstrukcji tarczy rozdrabniającego, uzyskane w wyniku różniących się funkcją celu procesów optymalizacyjnych, wykorzystujących algorytmy genetyczne

Aktualizowane są również następujące cechy obróbki *CAM*: dobrane przez system narzędzie obróbkowe, strategia obróbkowa, ścieżka narzędzia (ewentualnie n ścieżek, m narzędzi), optymalizacja ścieżki narzędzia, np. ze względu na najkrótsze przejścia narzędzia, wygenerowanie raportu tekstowego obróbki *CAM*, a także utworzenie kodu *CNC* sterującego pracą wybranej obrabiarki.

Na Rys. 4 przedstawiono zaktualizowaną symulację *CAM* procesu wykonywania otworów w uprzednio zaktualizowanej geometrycznie tarczy rozdrabniacza wielotarczowego. W raporcie tekstowym zawarte są dodatkowo informacje, dotyczące aktualizacji parametrów symulowanego procesu *CAM* i liczby zidentyfikowanych zmian cech geometrycznych obrabianego elementu. Fragment raportu modułu *CAM* systemu *UGS Unigraphics NX2* przedstawiono na Rys. 5.

5. Wnioski

Aktualizacja przez system *CAM* odpowiednich procesów obróbkowych zostaje przeprowadzona za wiedzą i zgodą Użytkownika systemu *UGS Unigraphics NX2*. Jeżeli Użytkownik zadeklaruje swą zgodę na samoczynne aktualizowanie symulacji wiercenia *CAM*, wówczas zachodzi zjawisko całkowitej automatyzacji zarówno: generowania symulacji *CAM* wiercenia otworów w tarczy rozdrabniacza wielotarczowego, jak również szeroko pojętej aktualizacji symulacji *CAM* w wyniku zmiany geometrii *CAD* obrabianego detalu. Dzięki temu uniknąć można wielu błędów mających miejsce podczas manualnego aktualizowania symulacji *CAM* obróbki elementu, a także znacznego nakładu kosztów, koniecznych na dokonanie poprawek w rzeczywistym procesie wytwarzania tarcz rozdrabniacza wielotarczowego.

Przedstawiona metodą modelowania wymiany danych pomiędzy kluczowymi etapami cyklu życia produktu (*PLM*) pozytywnie i istotnie wpływa na doskonalenie jakości produktów wprowadzanych na rynek, zwiększenie jakości ich wytwarzania, a także skrócenia czasu procesu wytwarzania.

Literatura

- [1] **Chlebus E.:** Techniki CAx w inżynierii produkcji. WNT Warszawa 2000
- [2] **Flizikowski J.:** Rozprawa o konstrukcji. WITE, Radom 2002
- [3] **Flizikowski J., Bieliński M.:** Rozdrabniacz wielotarczowy zwłaszcza do materiałów ziarnistych. Patent PRL P-140486, UP, Warszawa 1988
- [4] **Flizikowski J., Bieniaszewski W.:** Algorytm innowacji rozdrabniaczy wielotarczowych. Inżynieria Maszyn, Bydgoszcz 2004
- [5] **Flizikowski J., Budzyński A., Bieniaszewski W.:** UGS i ochrona środowiska, CAD Magazyn 1/2004, Wydawnictwo 3D Gliwice 2004
- [6] **Flizikowski J., Flizikowski A.:** Integron – element inteligentnego rozwoju konstrukcji rozdrabniaczy, Projekt MNiI-KBN, realizowany w latach 2002-2004
- [7] **Flizikowski J., Macko M., Bieniaszewski W.:** Genetyczne wspomaganie inżynierii wielotarczowego rozdrabniania ziaren, Konferencja „Problemy w budowie i eksploatacji wybranych maszyn i urządzeń technologicznych”, Kraków 2004
- [8] **Goldberg D. E.:** Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie. WNT, Warszawa 2003
- [9] **Kazmierczak G., Pacula B., Budzyński A.:** Solid Edge – komputerowe wspomaganie projektowania. Wydawnictwo HELION, Gliwice 2004
- [10] **Polanski Z.:** Metody optymalizacji w technologii maszyn. PWN, Warszawa 1977.