

TEMPERATURA I WYTRZYMAŁOŚĆ NOŻA TOKARSKIEGO ISO1 – ANALIZA MES

Mirosław Dalak

*Zakład Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwości wspomagania funkcjonalnego doboru narzędzi skrawających z zastosowaniem aplikacji inżynierskich CAE i użyciem metody elementów skończonych (MES). Odniesiono się do analizy temperaturowej i naprężeniowej.

1. WSTĘP

Ze względu na niekorzystne warunki, jakie panują podczas procesu skrawania, materiał, z którego wykonuje się narzędzia skrawające, powinien odznaczać się odpowiednią twardością, przewyższającą twardość materiału obrabianego o około 20 do 30 HRC, oraz odpornością na wysoką temperaturę – często temperatura podczas procesu skrawania jest wyższa niż temperatura odpuszczania danego materiału narzędzia, co w konsekwencji może powodować szybkie zużycie narzędzia. Wymagana jest też odpowiednia wytrzymałość – jest to zagadnienie bardzo złożone, ponieważ wytrzymałość narzędzia jest uzależniona od wielu czynników, jak rodzaju materiału narzędzia, właściwości materiału obrabianego, parametrów obróbki. Niestety, dotychczas nie udało się pogodzić podstawowej sprzeczności między twardością gwarantującą odporność na zużycie ściernie a ciągliwością decydującą o udarności i wytrzymałości zmęczeniowej. Dopiero w ostatnich latach opracowano ekonomiczną metodę otrzymywania włókniстых monokryształów węgla krzemu SiC, tzw. wiskerów, które dodawane do ceramiki Al_2O_3 lub Si_3N_4 znacznie poprawiają odporność tych materiałów na kruche pękanie.

Obecnie do analiz stosowane są aplikacje inżynierskie CAE, w których stosuje się metodę elementów skończonych (MES), składające się z trzech wzajemnie współpracujących modułów – preprocesora, solvera i postprocesora.

Celem pracy była ocena możliwości prowadzenia uproszczonej analizy temperaturowej i wytrzymałościowej noża tokarskiego ISO1.

2. NOŻE TOKARSKIE A ICH KLASYFIKACJA

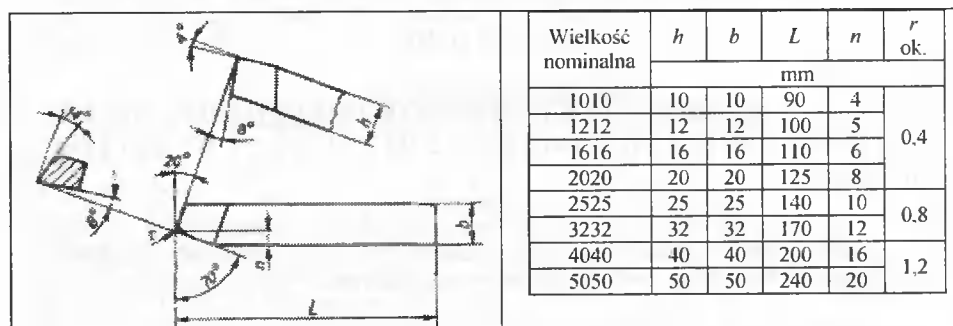
Istnieje wiele rodzajów noży tokarskich. Dzieli się je na kilka podstawowych grup, biorąc pod uwagę: przeznaczenie, sposób kształtowania powierzchni obrabianej, konstrukcję i sposób zamocowania.

Ze względu na przeznaczenie istnieje podział na trzy grupy:

- ogólnego przeznaczenia (nazywane inaczej nożami normalnymi) – są to noże przeznaczone do: wzdłużnego toczenia zewnętrznego (zdzieraki noże boczne), toczenia wewnętrznego (wytaczaki), przecinania (przecinakiki), planowania (noże czołowe),

- specjalnego przeznaczenia – należą do nich np. noże do toczenia gwintów i ślimaków,
- specjalne – przeznaczone do obróbki ściśle określonych pod względem kształtu powierzchni przedmiotu obrabianego, stosowane wyłącznie w produkcji wielkoseryjnej i masowej.

Do modelowania i analizy przyjęto nóż tokarski ogólnego przeznaczenia ISO1, którego geometrię i wymiary przedstawiono na rysunku 1 [1].

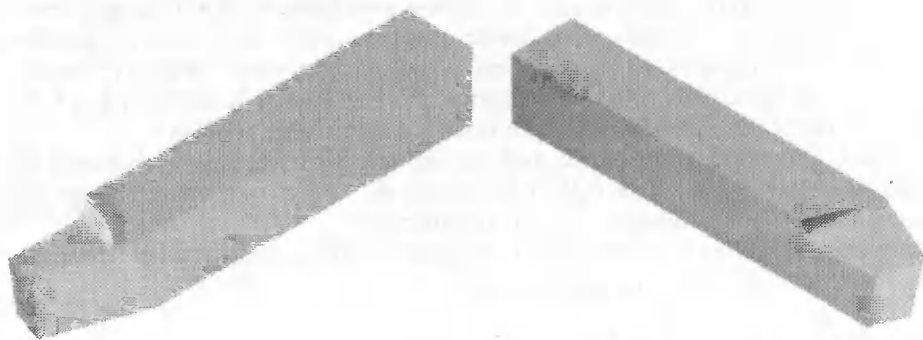


Rys. 1. Wymiar noży tokarskich imakowych prostych z częścią roboczą ze stali szybko tnącej

3. MODELOWANIE I ANALIZA NUMERYCZNA NOŻA ISO1

Model noża tokarskiego imakowego wykonany został w wersji edukacyjnej systemu NC Nastran do projektowania 3D jako model bryłowy [2]. Geometria tego modelu została wygenerowana na podstawie danych dotyczących noża o oznaczeniu ISO1 i zawartych w tablicy na rysunku 1.

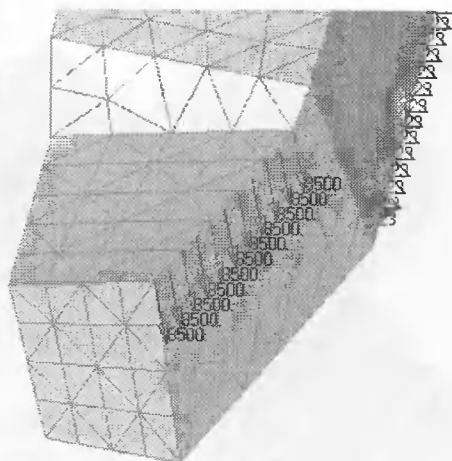
Efekt modelowania w przestrzeni 3D ukazuje zrzut ekranowy przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Model 3D noża ISO1 o wielkościach nominalnych 2020

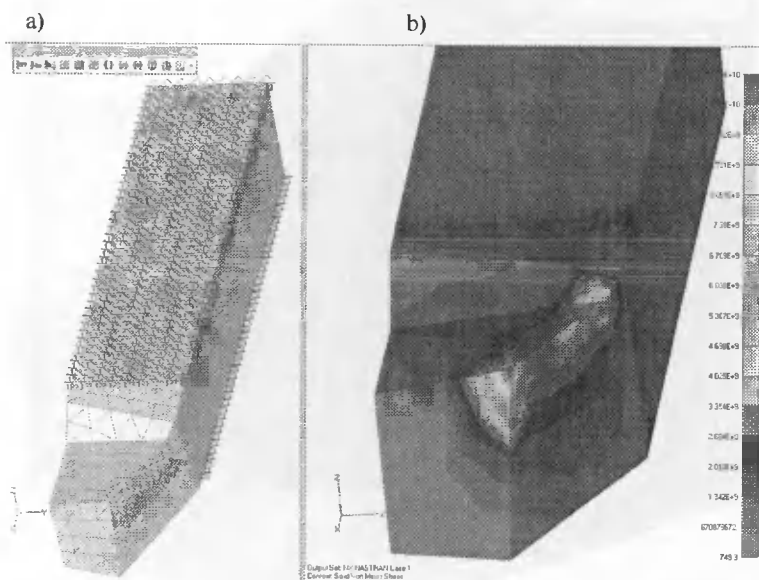
Uzyskana geometria została uproszczona, co przedstawione zostało na zrzucie ekranowym (rys. 3) ze środowiska MES, w którym została ona również podzielona na elementy skończone (tetry).

Na rysunku 3 widoczne są również oznaczenia wymuszenia wraz z jego kierunkiem oraz utwierdzenia. Na potrzeby analizy numerycznej przyjęty został materiał o cechach zbliżonych do stali szybko tnącej SW7M.



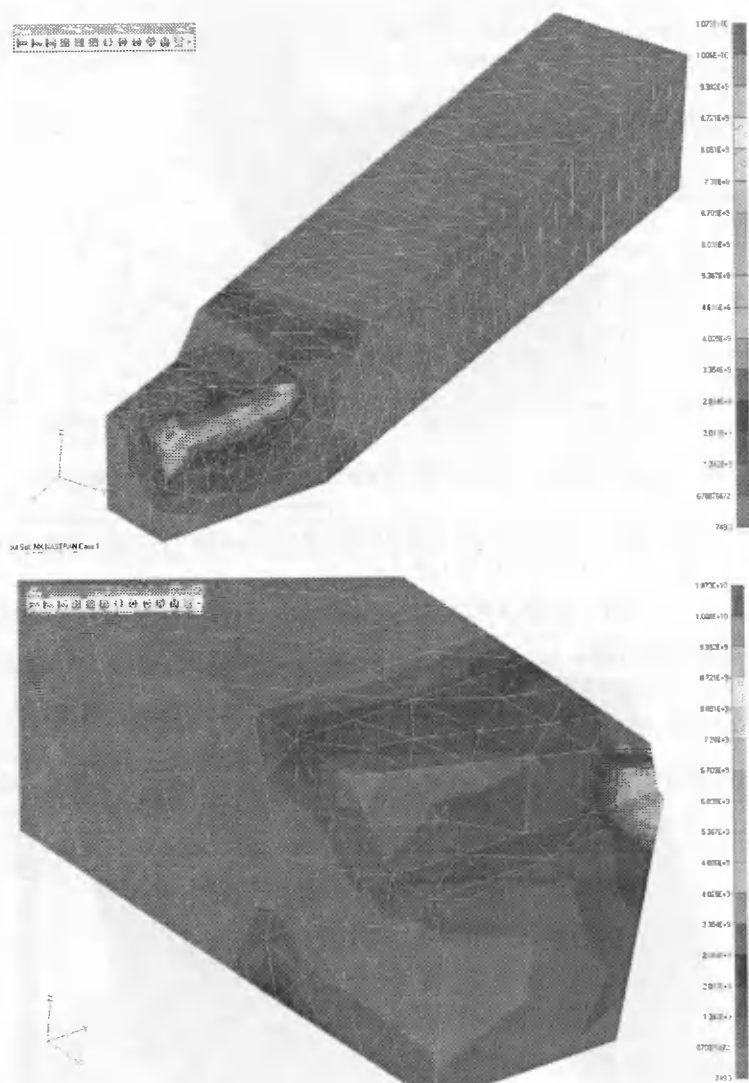
Rys. 3. Uproszczona geometria ostrza z podziałem na elementy skończone

Z przeprowadzonej analizy uzyskane zostały wyniki, które przedstawiono na zrzutach ekranowych ze środowiska MES (rys. 4).



Rys. 4. Geometria obciążonego ostrza oraz wyniki analizy

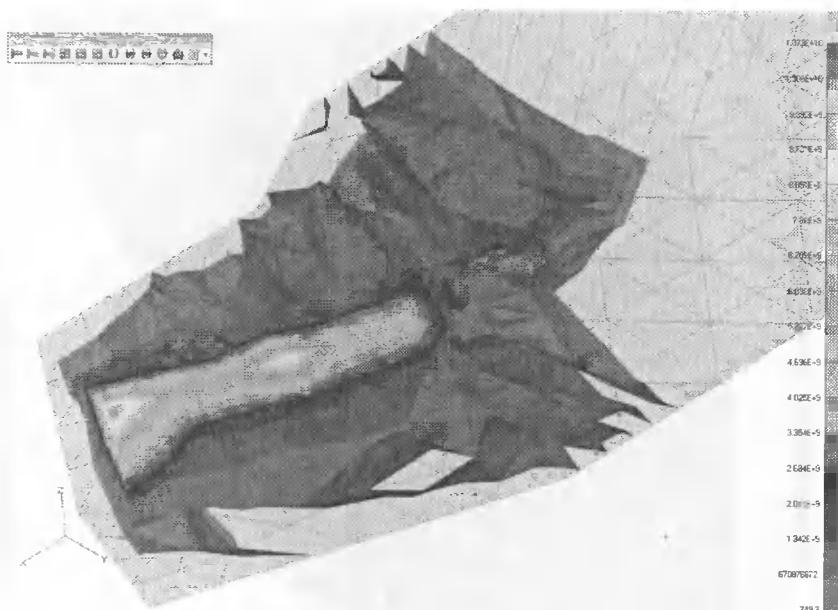
Na rysunku 4a przedstawiono model utwardzony w sposób, który odzwierciedla mocowanie noża w imaku obrabiarki, oraz obciążony siłą o wartości 8500 N. Na rysunku 4b przedstawiono efekt działania postprocesora, który uzyskał wyniki z solvera programu. Efekt działania postprocesora jest widoczny na ekranie w postaci skali barw, które określają konkretne wartości wyników. Uzyskano wartości naprężeń – maksymalne równe 1073 MPa oraz minimalne równe 749 MPa. Wyniki zostały przedstawione w kilku dodatkowych konfiguracjach (rys. 5), które umożliwia postprocesor programowy.



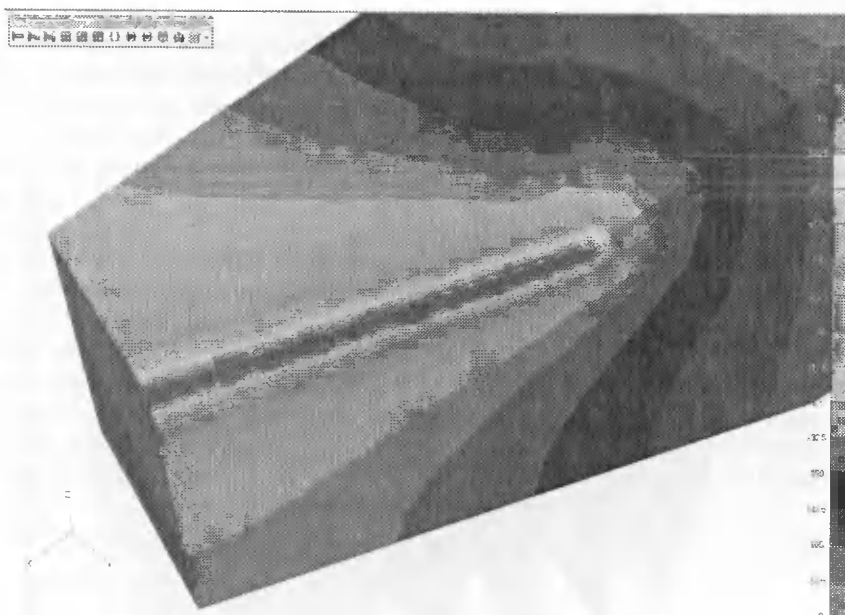
Rys. 5. Wyniki analizy naprężeń

Na zrzucie ekranowym (rys. 6) przedstawiono warstwicę naprężeń pochodzące od obciążenia.

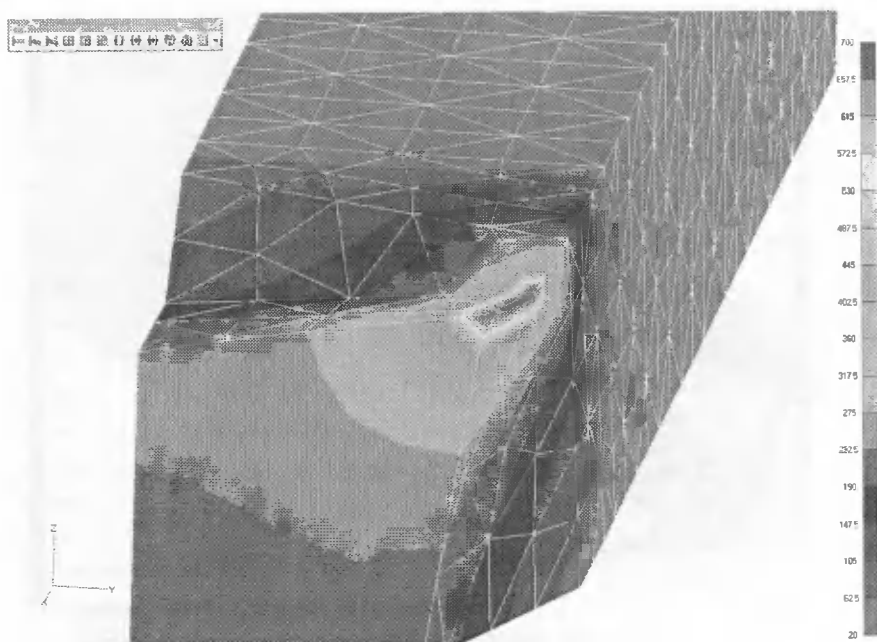
W dalszym etapie uzyskane zostały wyniki z analizy termicznej, w której nadane zostało wymuszenie temperaturowe o wartości 700°C oraz utwierdzenie temperaturowe o wartości 20°C . Wyniki analizy termicznej przedstawiono na rysunkach 7 i 8.



Rys. 6. Wyniki analizy naprężeń w postaci warstw

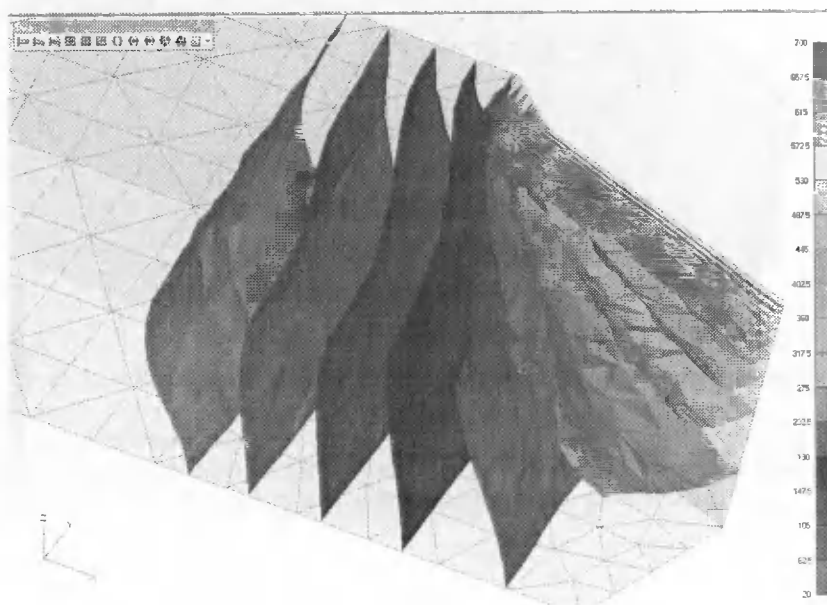


Rys. 7. Wyniki analizy termicznej

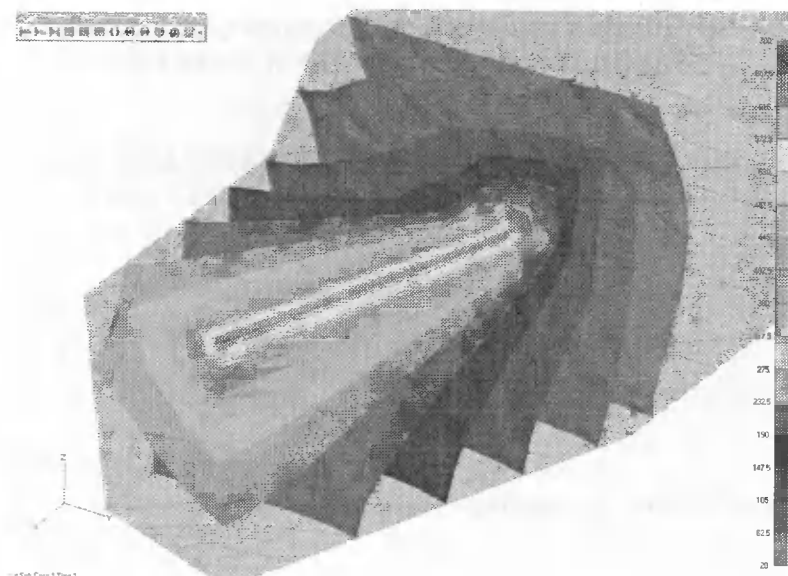


Rys. 8. Wyniki analizy termicznej

Dodatkowe ustawienia konfiguracyjne postprocesora umożliwiają, podobnie jak w przypadku obciążenia, przedstawienie wyników w postaci warstw temperatur (rys. 9 i 10).



Rys. 9. Wyniki analizy termicznej w postaci warstw temperatur



Rys. 10. Wyniki analizy temperaturowej w postaci warstwicy temperatur

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona w pracy analiza numeryczna jest analizą uproszczoną. W jej efekcie otrzymano wyniki w postaci naprężeń pochodzących od obciążenia podczas procesu skrawania. Na podstawie danych z literatury można stwierdzić, iż wartości naprężeń są mniejsze niż dopuszczalne, których wartości dla stali szybko tnącej wynoszą około 1650 MPa. Wyniki analizy termicznej umożliwiają jedynie zobrazowanie rozchodzenia się ciepła w materiale narzędzia oraz określenie przybliżonej wartości temperatury w danym punkcie.

Reasumując należy zauważyć, że zastosowanie MES we wspomaganych komputerowo analizach inżynierskich umożliwia szybkie i względnie dokładne osiągnięcie wyników, których uzyskanie w sposób analityczny byłoby trudne lub wręcz niemożliwe.

Wykorzystanie MES do zweryfikowania poprawności funkcjonalnej umożliwia krokową lub dokładną optymalizację wybranych cech już na wczesnych etapach procesu. Uzyskuje się więc możliwość skrócenia czasu trwania uruchomienia produkcji nowego wyrobu lub modyfikacji wyrobu już wytwarzanego. Wyniki analiz MES opisują zachowanie się układu w sposób przybliżony, są zawsze obarczone pewnym błędem, który w przypadku poprawnego prowadzenia analizy CAE można uznać za pomijalnie mały.

LITERATURA

- [1] PN/M-02813, PN-91/M-58352, PN-93/M-58355
- [2] Podręcznik użytkownika NC Nastran.

TEMPERATURE AND STRENGTH OF ISO1 TURNING TOOL – FEM ANALYSIS

Summary

Paper deals with cutting tool functional aid selection using CAE applications and FEM method. It was done relate to temperature and strength analysis.