

Jakub Matuszak ¹⁾

PROGRAM GENERUJĄCY GEOMETRIĘ NOŻA KSZTAŁTOWEGO Z UWZGLĘDNIENIEM KLASY OBRABIANEGO PRZEDMIOTU

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję aplikacji wykorzystującej środowisko języka VBA do generowania w programie Solid Edge zarysu krawędzi skrawającej i wymiarów gabarytowych noża kształtowego z uwzględnieniem klas obrabianego przedmiotu i rodzaju materiału obrabianego. Wykorzystanie komputerowego wspomaganie projektowania jest alternatywnym rozwiązaniem wobec metody analitycznej oraz tradycyjnej metody wykreślnej wyznaczania zarysu krawędzi skrawającej.

Słowa kluczowe: krawędź skrawająca, nóż kształtowy, CAD, VBA.

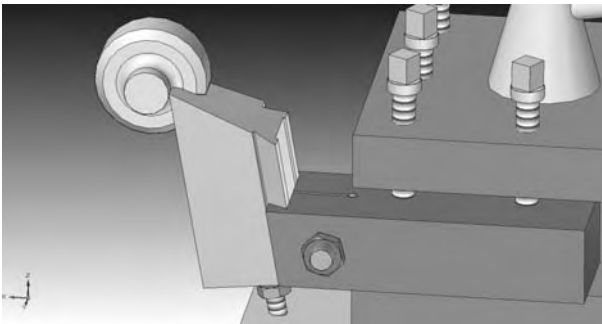
WSTĘP

Narzędzia skrawające można podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowią narzędzia handlowe do typowych operacji obróbkowych, których rodzaj, wymiary i geometria części roboczych określone są odpowiednich normach i katalogach. Drugą grupę stanowią narzędzia dedykowane do konkretnych przedmiotów. Geometria oraz wymiary takich narzędzi uzależnione są od wymaganego kształtu przedmiotu obrabianego oraz materiału, z jakiego przedmiot jest wykonany. Z uwagi na nieograniczoną liczbę kształtów geometrycznych przedmiotów, każdorazowo przy projektowaniu narzędzi specjalnych konieczne jest przygotowanie dokumentacji konstrukcyjno - technologicznej i przeprowadzenie niezbędnych obliczeń [2, 3, 4]. Spośród narzędzi kształtowych można wyróżnić noże kształtowe. Noże kształtowe można podzielić ze względu na kierunek wcinania się w przedmiot obrabiany na noże o ruchu promieniowym i stycznym. Innym kryterium podziału noży jest kształt bryły. Z uwagi na kształt noża jako bryły geometrycznej można podzielić je na słupkowe krążkowe i sztabkowe. Przykładowy nóż kształtowy słupkowy o ruchu promieniowym w układzie roboczym (zamocowania) przedstawiony jest na rysunku 1.

Wyznaczenie zarysu krawędzi skrawającej noża kształtowego przy założeniu zerowych wartości kątów natarcia γ i przyłożenia α sprowadzałoby się do prostej czynności odbicia lustrzanego zarysu przedmiotu obrabianego. Jednak wartość kąta przyłożenia $\alpha = 0^\circ$ powodowałoby niepożądane tarcie powierzchni obrobionej o powierzchnię przyłożenia noża kształtowego. Z tego powodu wartości kątów przyłożenia mogą przyjmować jedynie wartości dodatnie. O ile w przypadku

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji.

narzędzi punktowych spotyka się zerowe lub ujemnie wartości kąta natarcia poddyktowane różnymi przyczynami (zapobieganie powstawania naprężeń rozciągających w przypadku płytek ceramicznych, zwiększanie objętości narzędzia w celu szybszego odprowadzania ciepła, itp.), o tyle w przypadku noży kształtowych zaleca się stosowanie dodatnich kątów natarcia. W głównej mierze jest to poddyktowanie dużymi siłami skrawania, szczególnie w przypadku obróbki długich przedmiotów w końcowej fazie, kiedy całkowity zarys ostrza noża bierze udział w procesie kształtowania wyrobu. Przyjęcie dodatniej wartości kąta natarcia powoduje łagodniejsze spływanie wióra po powierzchni natarcia, a tym samym mniejsze opory skrawania. W związku z powyższym zaleca się przyjmowanie dodatnich wartości kątów natarcia i przyłożenia, co powoduje różnice w zarysie krawędzi noża kształtowego w stosunku do zarysu przedmiotu obrabianego tym większe im większe są wartości kątów natarcia i przyłożenia. Dlatego w celu poprawnego wyznaczenia zarysu krawędzi noża kształtowego konieczne jest wyznaczenie zarysu krawędzi skrawającej w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni przyłożenia.

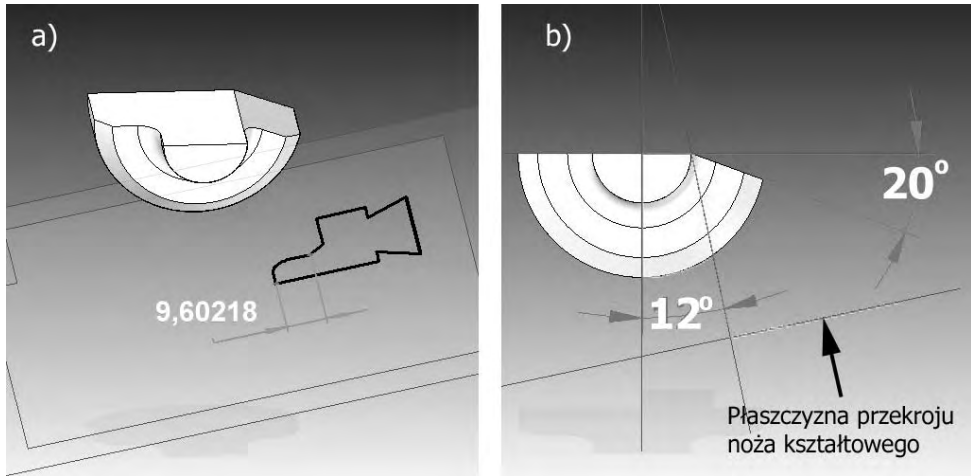


Rys. 1. Przykład noża kształtowego słupkowego w układzie roboczym
Fig. 1. Example of form tool in tool-in-use system

Istnieją dwie metody wyznaczenia zarysu. Pierwszą z nich jest metoda analityczna polegająca na obliczeniu położenia poszczególnych punktów charakterystycznych zarysu. Drugą metodą jest metoda wykreślna, która mimo dużego powiększenia przy graficznym wyznaczaniu zarysu nie jest metodą dokładną, co powoduje ograniczenie jej stosowania do przypadków, w których nie jest wymagana duża dokładność kształtu. W pracy [1] opisano jak istotne jest dokładne wykonanie narzędzi kształtowych przy produkcji modułów śrubowych. Niedokładny kształt narzędzia skrawającego powoduje powstanie nierównomiernych naddatków, których usuwanie w procesie szlifowania powoduje przyspieszone zużycie tarcz szlifierskich.

W ostatnich latach szybki rozwój programów komputerowych wspomagających procesy projektowania przywraca zainteresowanie metodami graficznymi. Na rysunku 2b przedstawiono przykładową wartość odległości jednego z charakterystycznych punktów od wierzchołka noża, mierzoną w przekroju poprzecznym wyznaczoną metodą graficzną w programie Solid Edge. Przedmiot został ścięty pod kątem natarcia $\gamma=20^\circ$, a następnie zarys powstały po operacji cięcia przed-

miotu został zrzutowany na płaszczyznę prostopadłą do powierzchni przyłożenia, której kąt wynosi $\alpha=12^\circ$. Identyczną wartość uzyskano przy wykorzystaniu metod analitycznych.



Rys. 2. Wyznaczanie zarysu krawędzi skrawającej metodą graficzną w programie Solid Edge: a) widok czolowy, b) widok izometryczny

Fig. 2. Determination of cutting edge profile by graphical method in Solid Edge software: a) front view, b) perspective view

Chociaż niektóre kształty można uzyskać za pomocą narzędzi punktowych z wykorzystaniem obrabiarek sterowanych numerycznie, to w produkcji wielkoseryjnej i masowej nadal korzystne jest stosowanie noży kształtowych do wytwarzania przedmiotów, szczególnie w przypadkach, gdy są to wyroby o małych wymiarach. Ponadto nie wymaga się wysokich kwalifikacji od operatorów obrabiarek, gdyż dokładność przedmiotów uzależniona jest jedynie od dokładności wykonania narzędzi kształtowych.

Biorąc pod uwagę nieograniczoną liczbę kształtów geometrycznych przedmiotów, a także dokładność metod wykreślnych wspomaganą przez komputerowe projektowanie, celowe jest podjęcie próby klasyfikacji kształtów przedmiotów wykazujących wspólne cechy, a także stworzenie procedur dla tych klas w języku VBA (Visual Basic for Applications), zaimplementowanym w aplikacji Excel pakietu Microsoft Office, do generowania zarysu krawędzi skrawającej w programie Solid Edge [5].

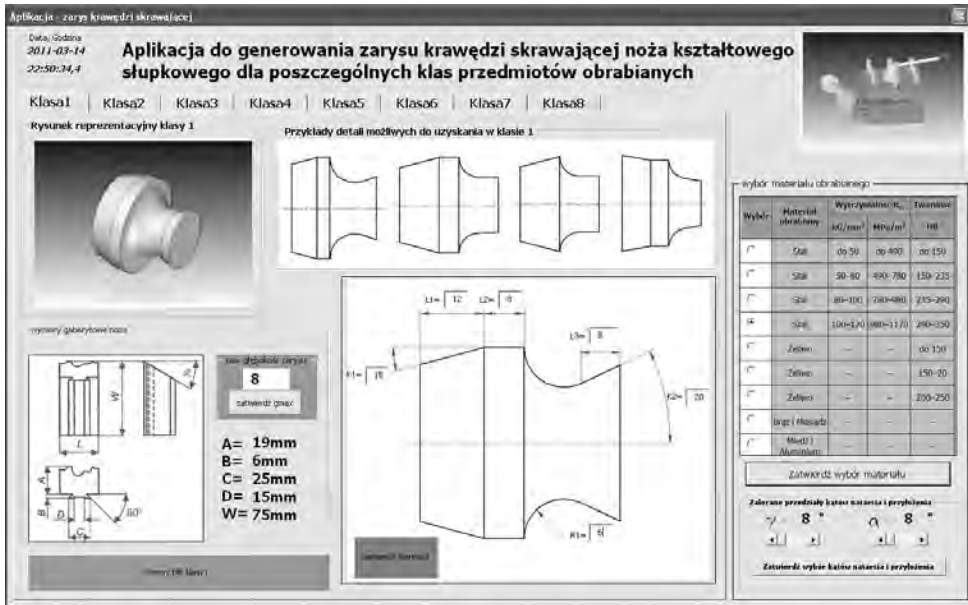
GENEROWANIE ZARYSU KRAWĘDZI NOŻA KSZTAŁTOWEGO

Programowanie w języku Visual Basic obejmuje trzy etapy:

- etap 1 – w którym wybiera się ikony obiektów z zestawu narzędziowego do wszystkich niezbędnych procedur. Każda ikona z zestawu może być wybrana

wiele razy, jeżeli przypisana jej procedura jest wielokrotnie potrzebna w działaniu programu,

- etap 2 – w którym wybranym obiektom nadaje się potrzebne właściwości z listy właściwości przypisanych obiektowi,
- etap 3 – to kodowanie krokowe, w którym pisze się krótkie programy (zwykle kilkunastuwierszowe) dla obiektów, opisujące ich działanie [6].



Rys. 3. Interfejs aplikacji do generowania zarysu noża słupkowego
Fig. 3. Application interface to generate edge profile of form tool

Ponieważ język VBA jest zaimplementowany do programu Excel, to po zakończeniu wszystkich etapów programowania nie otrzymuje się wynikowej, samodzielnej aplikacji o rozszerzeniu „.exe”, tylko program wywołuje się przez uruchomienie programu Excel z opcją zezwalającą na uruchamianie makr [7].

Na rysunku 3 przedstawiono aplikację do generowania w programie Solid Edge zarysu krawędzi skrawającej oraz wymiarów gabarytowych noża kształtowego. Poszczególne klasy charakteryzujące się wspólnymi cechami pogrupowane są w zakładkach aplikacji. W celu wygenerowania zarysu krawędzi skrawającej potrzebne jest stworzenie projektu przedmiotu obrabianego w programie Solid Edge. Dla każdej klasy został stworzony rysunek reprezentacyjny, którego wymiary można edytować w zakładce danej klasy. Wprowadzając pożądane wymiary przedmiotu obrabianego zostają one zapisane w odpowiednich komórkach arkusza Excel. Dzięki temu, w momencie, gdy wymiary przedmiotu obrabianego zostaną wprowadzone i zatwierdzone w aplikacji do generowania zarysu, po uru-

chomieniu rysunku reprezentacyjnego poprzez kliknięcie na klawisz "otwórz plik klasy 1" (Rys. 3), zostanie uruchomiony program Solid Edge aktualizując geometrię do zdefiniowanej przez użytkownika.

Ponieważ wartości kątów natarcia γ i przyłożenia α muszą mieć wartości dodatnie, co zostało wyjaśnione we wstępie, oraz uzależnione są od rodzaju materiału obrabianego użytkownik ma możliwość zdefiniowania materiału obrabianego. Po zatwierdzeniu materiału aplikacja przedstawia zakresy zalecanych wartości kątów γ i α , a konkretną wartość z przedziału zalecanego zatwierdza użytkownik. Poprzez to, kąt pochylenia płaszczyzny ścinania, która wyznacza ślad powierzchni natarcia, przyjmuje wartość wprowadzoną przez użytkownika. Podobnie płaszczyzna, na którą będzie rzutowany zarys tak, aby powstał on na płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni przyłożenia, zostaje ustalona pod kątem $\alpha + 90^\circ$. W ten sposób dzięki operacji rzutowania zarysu otrzymanego poprzez ścięcie przedmiotu obrabianego pod kątem natarcia tak, aby powstał ślad powierzchni natarcia wychodzący z punktu charakterystycznego o najmniejszej średnicy, otrzymuje się docelowy zarys krawędzi skrawającej.

Oprócz zarysu krawędzi skrawającej istotny jest dobór prawidłowych wymiarów gabarytowych noża kształtowego. Dokonuje się to przez wprowadzenie do aplikacji maksymalnej głębokości zarysu, którą można wyznaczyć z zależności:

$$g_{\max} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} \quad (1)$$

gdzie:

d_{\max} - największa średnica toczzonego zarysu [mm],

d_{\min} - najmniejsza średnica toczzonego zarysu [mm].

W momencie zatwierdzenia przez użytkownika wartości g_{\max} , aplikacja wyświetla zalecane wartości wymiarowe noża, eksportuje je do arkusza Excel, a rysunek reprezentacyjny importuje wartości ustawiając wymagane wymiary noża. Analizując strukturę języka VBA dobór wymiarów gabarytowych realizowany jest przez instrukcję „if”, która jest jedną z najczęściej wykorzystywanych w języku programowania Basic. Logika, jaką dostarcza instrukcja „if”, umożliwia aplikacji podejmowanie decyzji na podstawie analizy, porównując wartość wprowadzoną przez użytkownika. Jeżeli wynik porównania jest pozytywny (True), wtedy program kontynuuje działanie aplikacji. Jeśli wynik porównania jest negatywny (False), wtedy wykonywana jest gałąź umieszczona po wyrażeniu „Else”.

PODSUMOWANIE

Gotowe moduły do generowania różnego rodzaju geometrii coraz częściej pojawiają się w środowiskach programów CAD. Dzięki takim modułom można bez wnikliwej analizy, szybko i poprawie wygenerować między innymi koła zębate, przekładnie ślimakowe, wielostopniowe wały, przekładnie pasowe i inne typowe

elementy spotykane w budowie maszyn. Koncepcja klasyfikacji przedmiotów obrabianych do wspólnych grup wykazujących podobne cechy geometryczne oraz wykorzystanie języka VBA (Visual Basic for Applications), zaimplementowanego w aplikacji Excel pakietu Microsoft Office, pozwoliło na stworzenie aplikacji dającej możliwość szybkiego i dokładnego generowania zarysu krawędzi skrawającej w programie Solid Edge. W ten sposób dla wielu odmian geometrycznych przedmiotów obrabianych można wygenerować nóż skrawający promieniowy słupkowy z uwzględnieniem rodzaju materiału obrabianego. Wyznaczone w autorskiej aplikacji wymiary gabarytowe noża, kąty natarcia i przyłożenia oraz zarys krawędzi skrawającej importowane są do komercyjnego programu CAD, a kształt narzędzia można automatycznie przekazać do obrabiarek sterowanych numerycznie w postaci kodu NC, takich jak drażarki czy szlifierki CNC, na których wykonywane są narzędzia kształtowe.

PIŚMIENNICTWO

1. Chiang C.J., Fong Z.H.: Design of form milling cutters with multiple inserts for screw rotors. *Mechanism and Machine Theory*, vol. 45, 2010, p. 1613-1627.
2. Cichosz P.: *Narzędzia skrawające*. WNT, Warszawa 2006.
3. Górski E.: *Narzędzia skrawające kształtowe*. WNT, Warszawa 1971.
4. Górski E.: *Obróbka skrawaniem*, WSIP, Katowice 1977.
5. Kazimierzczak G., Pacula B., Budzyński A.: *Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2004.
6. Perry G., Hettihewa S.: *Visual Basic 6*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 1998.
7. Smogur Z.: *Excel w zastosowaniach inżynierskich*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2008.

APPLICATION SOFTWARE TO GENERATE CUTTING EDGE PROFILE WITH WORKPIECE CLASS TAKEN INTO CONSIDERATION

Summary:

In this paper application software based on VBA language to generate cutting edge profile and overall dimensions of form tool in Solid Edge with workpiece class and workpiece material taken into consideration was presented. Computer aided designing of form tool is alternative solution in comparison with analytical method and traditional graphical method of determining cutting edge profile.

Keywords: cutting edge, forming tool, CAD, VBA.