

mgr inż. Marta Kordowska, dr inż. Michał Kozłowski, dr inż. Wojciech Musiał;

Politechnika Koszalińska, Wydział: Mechanika i Budowa Maszyn;

marteczka.kordowska@vp.pl wmusial@vp.pl

Opracowanie przebiegu procesu technologicznego obróbki powierzchni zasadniczej pokrywy górnej kulowego zaworu wodnego w zintegrowanym systemie komputerowym CAD/CAM oraz weryfikacja parametrów obróbkowych.

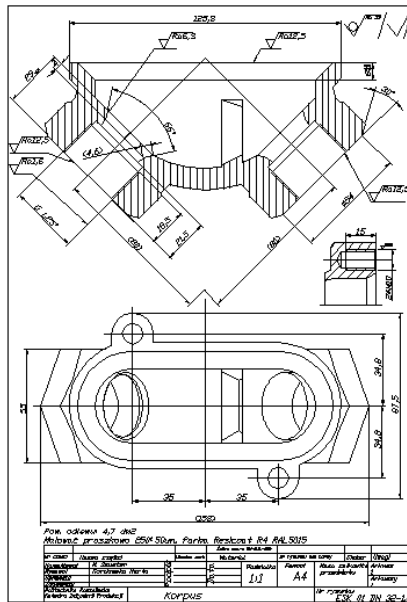
Streszczenie: Opracowano proces technologiczny obróbki powierzchni pokrywy górnej kulowego zaworu wodnego, w którym zostały wyszczególnione niezbędne założenia do realizacji procesu technologicznego. Zdefiniowano narzędzia niezbędne do przeprowadzenia obróbki, a także opracowano kody numeryczne CNC w wirtualnym środowisku SurfCAM dla pierwszego zabiegu. Następnie przeprowadzono weryfikację projektu technologicznego poprzez wykonanie obróbki korpusu na 3-osiowym centrum obróbkowym CNC. Kolejnym etapem było przeprowadzenie weryfikacji poprawności zabiegów technologicznych i doboru narzędzi obróbkowych, poprzez dokonanie pomiaru stanu fizycznego powierzchni korpusu po obróbce za pomocą profilometru.

Development of the technological process of the top cover basic surface water valve ball in an integrated computer system CAD / CAM and machining parameters verification.

Abstract: Technological process developed core area covers the upper ball water valve, which are detailed assumptions necessary to carry out the process. Selected tool necessary for treatment, as well as CNC code generated in a virtual environment SURFCAM for the first surgery. Then shown the technological design verification process by making the body a 3-axis CNC machining center. The next step was to verify the correctness of the procedure performed and the selection of technological tools by measuring the physical condition of the body surface using profilometer.

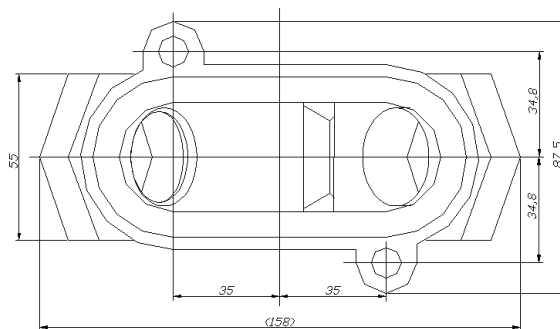
1. Symulacja obróbki i generowanie kodu CNC

Po zapoznaniu się z rysunkiem wykonawczym pokrywy górnej kulowego zaworu wodnego (rys.1) można przystąpić do procesu generowania kodu NC.



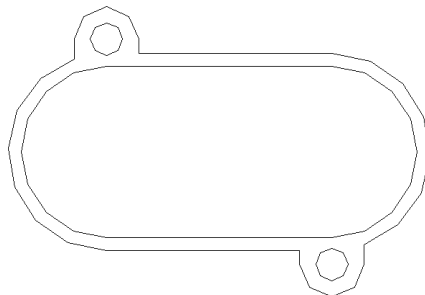
Rys. 1. Korpus jednolity

Drugim etapem jest wyodrębnienie z rysunku wykonawczego powierzchni która będzie poddana pierwszej operacji, czyli obróbce planowania (rys.2).



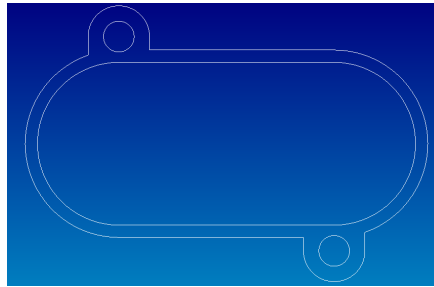
Rys. 2. Jeden z rzutów korpusu podlegającego obróbce, rysunku wykonawczy wykonany w programie Auto CAD

Trzecim etapem jest wyodrębnienie powierzchni korpusu (rys. 3), stanowiącej główną powierzchnię bazową. Tak narysowaną powierzchnię w programie Auto CAD przeniesiono do programu Serf CAM.



Rys. 3. Widok płaszczyny podlegające procesowi planowania, rysunek wykonany w programie Auto CAD

Kolejnym etapem, już czwartym było przeniesienie rysunku wykonanego w Auto CAD, do wirtualnego środowiska Serf CAM (rys. 4).

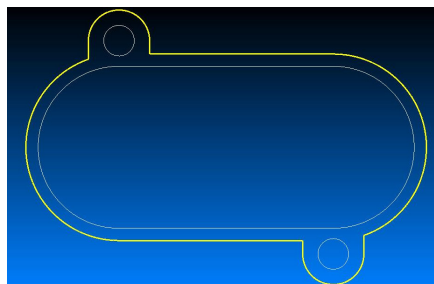


Rys. 4. Rysunek wykonany w programie Auto CAD został przeniesiony do programu Serf CAM

Po tych etapach przyszedł czas na przygotowanie programu do wirtualnej obróbki powierzchni oraz do wygenerowania kodu NC na obrabiarkę DIGIMA. Cykl w którym jest generowany proces obróbki jest złożony z kilku etapów, a mianowicie:

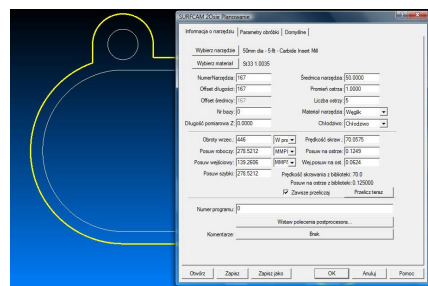
- wybór strategii obróbki,
- wybór geometrii do obróbki,
- wybór narzędzia,
- zadanie parametrów obróbki.

Należało zaznaczyć kontur powierzchni obrabianej, polega to na wskazaniu geometrii do obróbki, program zaznaczy wskazany profil na kolor żółty (rys. 5).



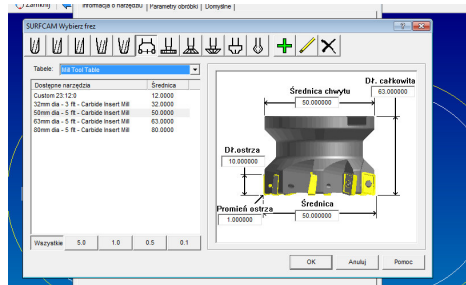
Rys. 5. Widok geometrii wskazanej do obróbki w programie Serf CAM

Po otwarciu okna definicji operacji 2 – osiowej wybrano operacje planowanie, po czym otwiera się okno (rys.6) w którym jest wybierane narzędzie (rys. 7), parametry obróbki (rys. 8) i materiał.

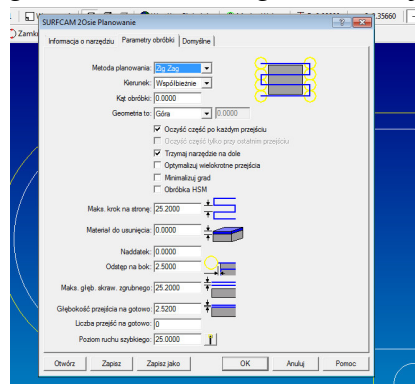


Rys. 6. Zakładka programu Serf CAM gdzie następuje wybór podstawowych parametrów obróbki

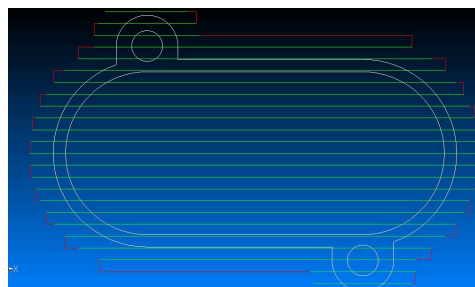
Wybieramy narzędzie do operacji planowania, czyli frez walcowy $\varnothing 10$, $l=36$ mm.



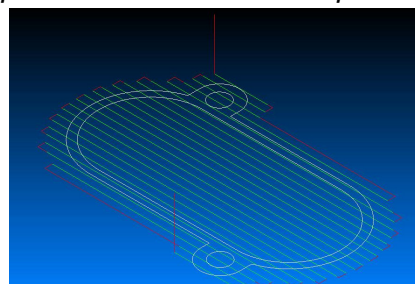
Rys. 7. Zakładka programu Serf CAM gdzie następuje wybór narzędzia



Rys. 8. Zakładka programu Serf CAM gdzie następuje wybór parametrów obróbki
Po wykonaniu tych czynności na ekranie powstaje nowa geometria, są to ścieżki narzędzia (rys. 9, 10). One właśnie odzwierciedlają trajektorię ruchu narzędzia, w tym przypadku freza.

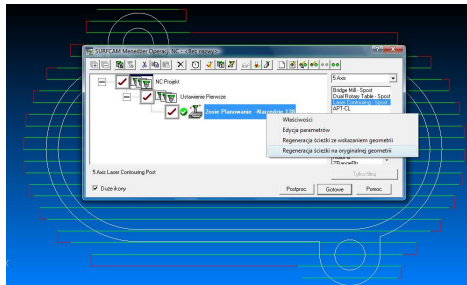


Rys. 9. Ukazanie drogi przejazdu narzędzia – frezu walcowego podczas operacji planowania w widoku z przodu



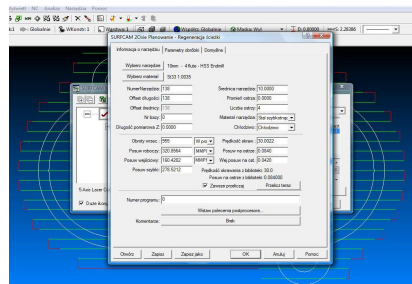
Rys. 10. Ukazanie drogi przejazdu narzędzia – frezu walcowego podczas operacji planowania w widoku izometrycznym

Kolejnym etapem jest uruchomienie Menadżera Operacji gdzie jest zawarta lista wszystkich operacji obróbczych które zostały wygenerowane w programie. W tym przypadku jest tylko jedna operacja – planowanie. Należało zaznaczyć tą operację, a po kliknięciu prawego klawisza myszy wybieramy opcje: Regeneracja ścieżki na oryginalnej geometrii (rys. 11)



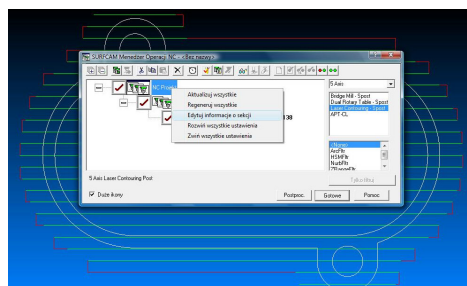
Rys. 11. Regeneracja ścieżki na oryginalnej geometrii

Zostało otwarte okno gdzie dokonuje się definicji obróbki, można teraz w woli potrzeby wprowadzić zmiany dowolnego parametru (rys. 12).



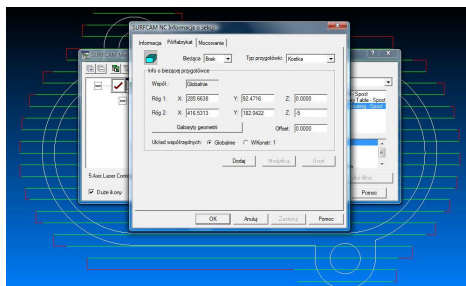
Rys. 12. Okno definicji obróbki

Następnie klikamy na ikonkę Menadżera Operacji i wybieramy NC Project, a po kliknięciu prawego klawisza myszy wybieramy polecenie Edytuj informacje o sekcji (rys. 13).



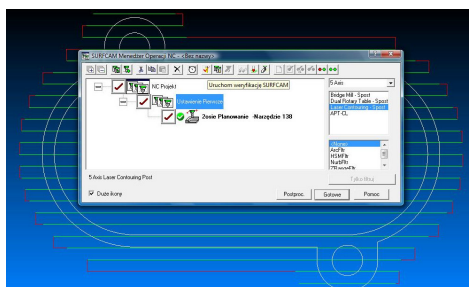
Rys. 13. Okno edycji informacji o sekcji

Zostało otwarte okno Informacji o sekcji, są to informacje o zapisie plików NC, półfabrykacie oraz o mocowaniu przedmiotu podlegającego obróbce skrawaniem. W tym oknie należy zdefiniować gabaryty geometrii (rys. 14).



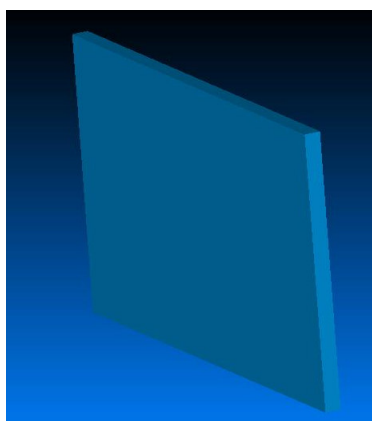
Rys. 14. Okno edycji gabarytów geometrii

Po przeprowadzeniu powyższych etapów półfabrykat jest już zdefiniowany i można przejść do symulacji. Należy w oknie Menadżera Projektu kliknąć ikonkę Uruchom weryfikację Surf CAM (rys. 15).



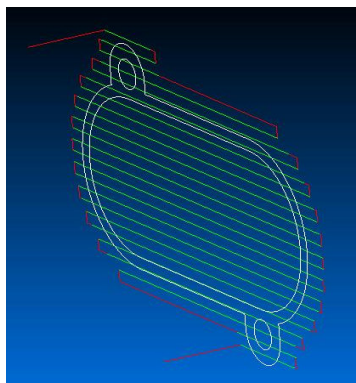
Rys. 15. Okno weryfikacji Surf CAM

Na ekranie ukazuje się przedmiot obrabiany (rys. 16).

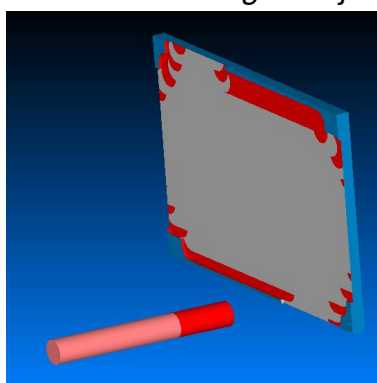


Rys. 16. Widok przedmiotu obrabianego przygotowanego do symulacji

Kolejnym etapem jest okno gdzie można obserwować ruch narzędzie obrabiającego materiał oraz efekt jego obróbki (rys. 17, 18).

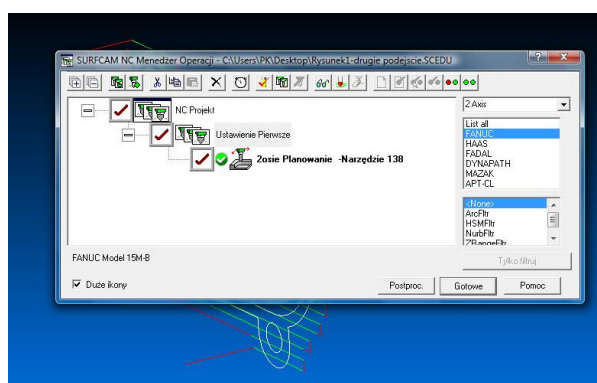


Rys. 17. Widok przedmiotu obrabianego i trajektoria ruchu narzędzia



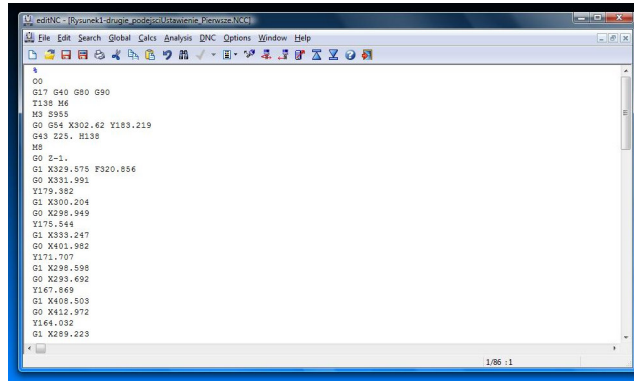
Rys. 18. Widok symulacji obróbki

Kolejnym ostatnim już etapem jest wygenerowanie kodu NC. W tym celu należy zaznaczyć sekcję Setup Section One, wybrać postprocesor: FANUC i nacisnąć Postproc (rys. 19).



Rys. 19. Generowanie kodu NC

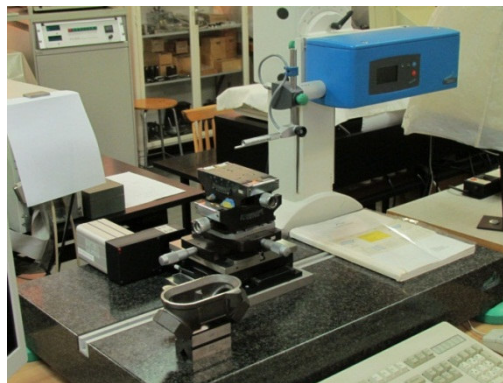
Zostanie otwarte okno edytora editNC wraz z wygenerowanym kodem dla operacji planowania (rys. 20).



Rys. 20. Okno kodu NC dla operacji planowania

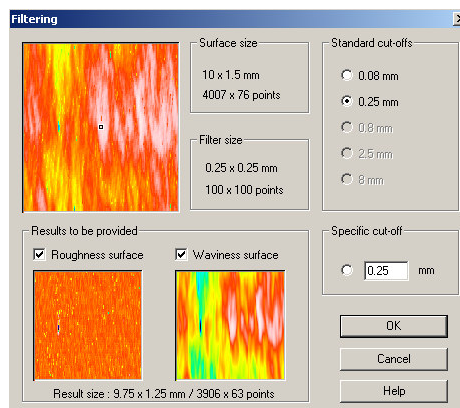
2. Weryfikacja doboru parametrów obróbkowych

Weryfikacja doboru parametrów obróbkowych wykonano na powierzchni obrobionej korpusu, za pomocą profilometru HOMEL WERKE (rys. 21).



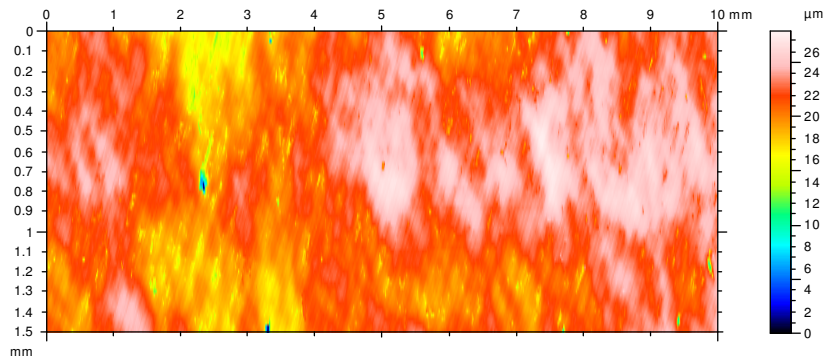
Rys. 21. Profilometr stykowy

Wykorzystano podstawowe funkcje pomiarowe w celu realizacji wizualizacji i analizy pomiaru topografii powierzchni frezowanej (rys. 22).

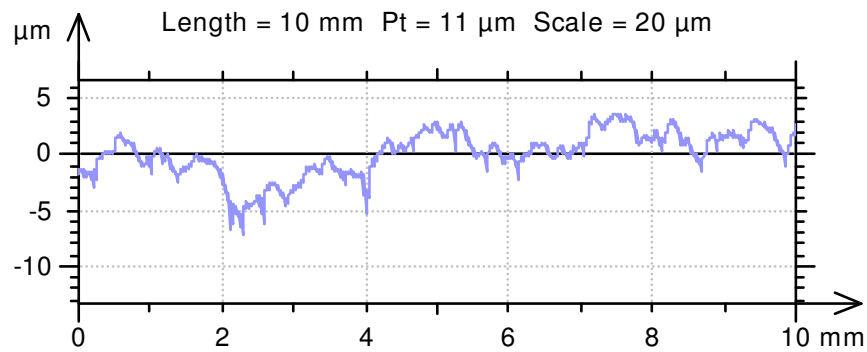


Rys. 22. Okno opcji filtru z parametrami, które pozwalają dokonać filtrowania analizowanego obszaru

Weryfikacja doboru parametrów obróbkowych dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min oraz ustawionym naddatku 0,5 mm. Dla tego przypadku uzyskano najlepsze parametry chropowatości. Poszczególne analizy pochodzące z profilometru przedstawiono na rys. 23, 24, 25, 26, 27, 28).



Rys. 23. Obraz powierzchni po frezowaniu dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 24. Przykładowy profil analizowanego obszaru powierzchni dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min

**Parameters calculated on the profile KORP2 >
Extracted profile**

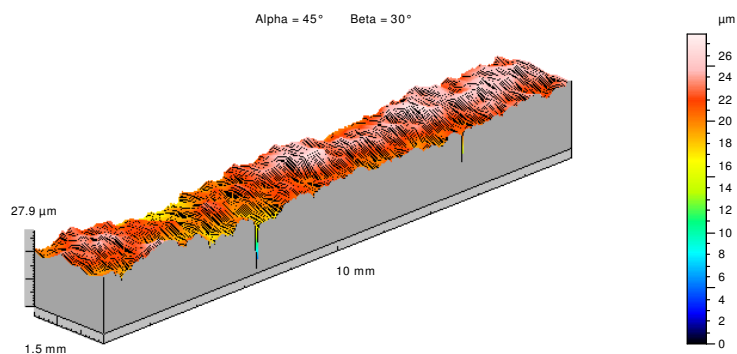
* Parameters calculated by mean of all the sampling lengths.
* A microroughness filtering is used, with a ratio of 2.5 μm.

Roughness Parameters, Gaussian filter, 0.25 mm

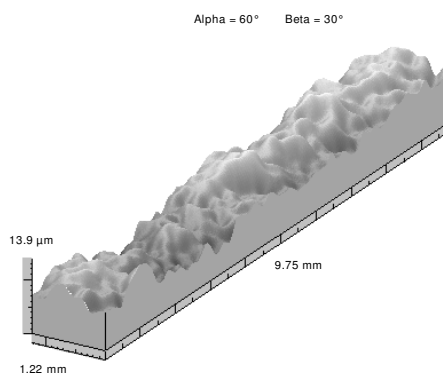
Ra = 0.199 μm
Rq = 0.271 μm
Rz = 1.29 μm
Rt = 3.01 μm
RSm = 0.0693 mm

Waviness Parameters, Gaussian filter, 0.25 mm

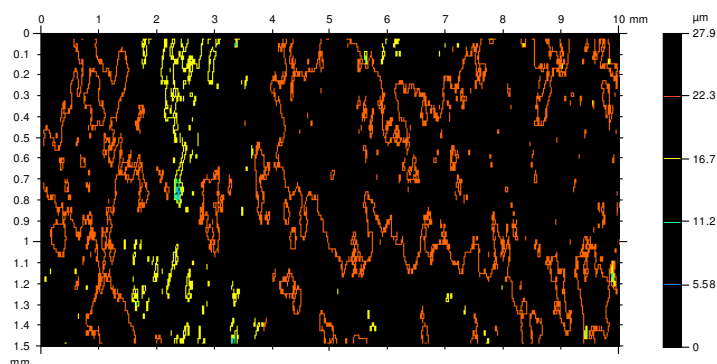
Rys. 25. Parametry topografii (chropowatość) dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 26. Wizualizacja 3D powierzchni obrobionej dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min

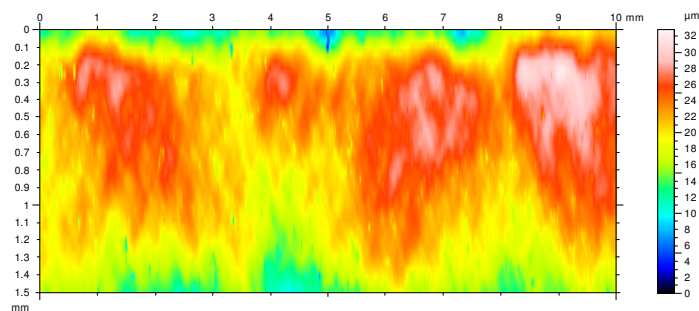


Rys. 27. Wizualizacja foto 3D powierzchni obrobionej dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min

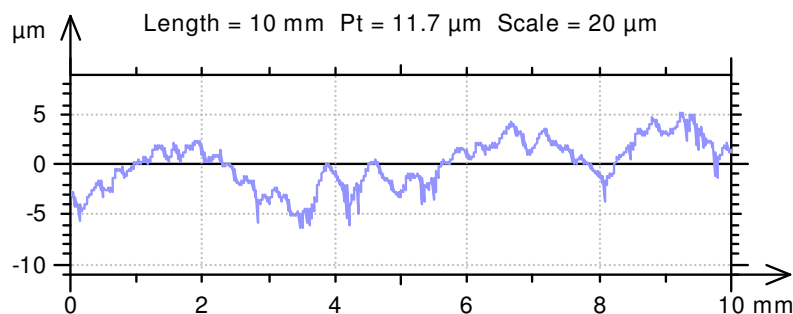


Rys. 28. Warstwice na analizowanej powierzchni dla posuwu 56 mm/min i przy 355 obr/min

Weryfikacja doboru parametrów obróbkowych dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min oraz ustawionym naddatku 0,5 mm. Dlatego przypadku jakość uzyskanej powierzchni wykazywała pogorszenie parametrów chropowatości. Poszczególne analizy pochodzące z profilometru przedstawiono na rys. 29, 30, 31, 32, 33, 34).



Rys. 29. Obraz powierzchni po frezowaniu dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 30. Przykładowy profil dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min

**Parameters calculated on the profile KORP1 >
Extracted profile**

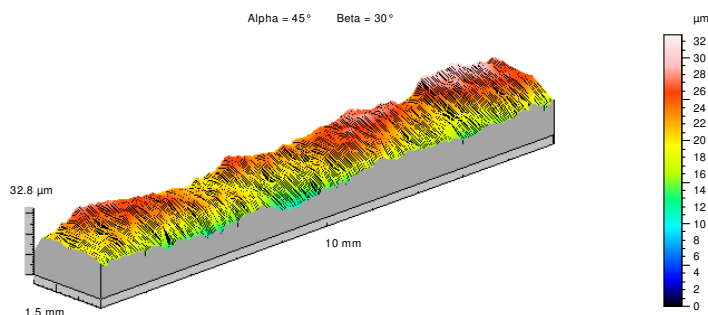
* Parameters calculated by mean of all the sampling lengths.
* A microroughness filtering is used, with a ratio of 2.5 µm.

Roughness Parameters, Gaussian filter, 0.25 mm

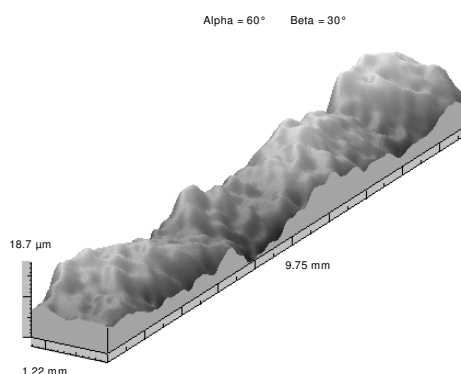
Ra = 0.216 µm
Rq = 0.294 µm
Rz = 1.35 µm
Rt = 3.39 µm



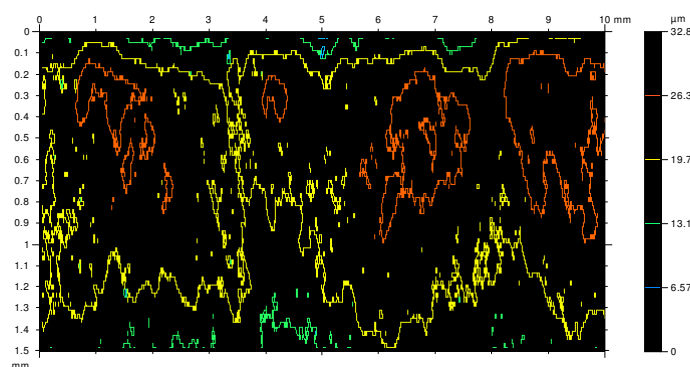
Rys. 31. Parametry topografii (chropowatość) dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 32. Wizualizacja 3D powierzchni obrobionej dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 33. Wizualizacja foto 3D powierzchni obrobionej dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min



Rys. 34. Warstwice na analizowanej powierzchni dla posuwu 80 mm/min i przy 355 obr/min

3. Podsumowanie

Nadrzędnym celem było opracowanie i optymalizacja procesu technologicznego dla pokrywy górnej kulowego zaworu wodnego w zintegrowanym systemie komputerowym CAD/CAM. W pracy należało przeprowadzić proces technologiczny konkretnego korpusu, ze względu na jego specyficzne kształty koniecznym okazało się zaprojektowanie uchwytów obróbkowych, a właściwie przyrządów. W rzeczywistości powstał jeden z trzech uchwytów, przeznaczony do pierwszej operacji.

Pierwszym etapem było sformułowanie wszystkich niezbędnych założeń, aby umożliwić wykonanie poprawnego procesu technologicznego. Założenia te zostały dokonane po zapoznaniu się z odlewem korpusu oraz rysunku wykonawczego. Na podstawie dokumentacji technicznej określono również cechy konstrukcyjne i technologiczne odlewu. Cały rzeczywisty proces technologiczny wykonany zostanie na centrum frezarskim 3-osiowym DIGIMA. W tym celu korpus podlegający obróbce musi zostać zamocowany na tym centrum, więc powstały koncepcje trzech uchwytów niezbędnych do wykonania wszystkich operacji. Postarano się skonstruować właściwy uchwyt, a właściwie przyrząd który powstał w formie modelu 3D oraz w formie dokumentacji technicznej 2D, a na jej podstawie wykonano rzeczywisty przyrząd w parku maszynowym Politechniki Koszalińskiej. W czasie prób do przeprowadzenia operacji do której został wykonany przyrząd, czyli do zabiegu planowania, zwrócono uwagę również na weryfikację poprawności samej konstrukcji uchwytu. I wykryto iż sama konstrukcja przyrządu jest bardzo udana i przemyślana,

spełnia wszystkie założenia, ale dokładność mocowania korpusu zależy od umiejętności i wprawy operatora. Po każdym zamocowaniu korpusu w przyrządzie należy sprawdzić za pomocą narzędzi czy zachowana została płaskość i prostopadłość zamocowanego korpusu, w celu przeprowadzenia poprawnego zabiegu planowania. Przy produkcji masowej ręcznie zamocowywania i każdorazowe sprawdzanie poprawności zamocowania korpusu jest bardzo czasochłonne, dlatego można by się pokusić o dalsze dopracowanie przyrządu, na przykład zastosowanie siłowników aby zautomatyzować proces montażu. Kolejny etap został w pełni poświęcony wykonaniu części pierwszej operacji procesu technologicznego, a dokładniej zabiegowi planowania powierzchni stanowiącej główną powierzchnię bazową korpusu. Pierwszym etapem było wycięcie fragmentu powierzchni przeznaczonej do planowania z rysunku 2D wykonanego w programie AutoCAD, a następnie wczytanie tego pliku do programy CAM, a dokładniej do programu Serf CAM. W wirtualnym środowisku zostało dobrane narzędzie frez o średnicy 10 mm, taki sam jakim dysponował park maszynowy Politechniki Koszalińskiej, zaznaczono powierzchnię przeznaczoną do obróbki. Następnie program zaznaczył nową geometrię, a były to tory narzędzia, dokonał wykonania wirtualnej symulacji, a także i co najważniejsze wygenerował kod NC, który jest kompatybilny z centrum frezarskim 3-osiowym firmy DIGIMA. Po wykonaniu zabiegu planowania koniecznym było przeprowadzenie weryfikacji doboru parametrów obróbkowych. Reasumując przyrząd wymaga precyzyjnego ustawienia powierzchni wzorcowej na której oparty jest korpus obrabiany w pierwszym zamocowaniu. Od wykonania tej czynności zależy dokładność obróbki oraz zachowanie równoległości i prostopadłości na powierzchniach funkcyjnych korpusu. Czynności te były testowane w ramach weryfikacji poprawności funkcjonowania przyrządu (uchwyty obróbkowego) na stanowisku badawczym. Przeprowadzone analizy metrologiczne wykazały, że przyjęte ustawienia w trakcie obróbki korpusu nie uległy zmianie, co warunkuje poprawność funkcjonowania przyrządu w realiach przemysłowych. Przeprowadzono również pomiar topografii powierzchni obrabianego korpusu (w pierwszym zamocowaniu) który wykazał, że przy posuwie 56 mm/min i przy 355 obr/min oraz ustawionym naddatku 0,5 mm uzyskano najniższą chropowatość powierzchni obrabianej. Przy zwiększeniu posuwu do 80 mm/min jakość uzyskanej powierzchni wykazywała pogorszenia parametrów chropowatości powierzchni. Realizacja posuwu dla mniejszej wartości (poniżej 50 mm/min) była by z punktu widzenia wydajności procesu mniej opłacalna. Proces weryfikacji poprawności funkcjonowania przyrządu (uchwyty obróbkowego) dokonano z wykorzystaniem głowicy frezarskiej (220.17-0100), która umożliwiła obróbkę całej szerokości powierzchni korpusu w pierwszym zamocowaniu co pozwoliło na weryfikację poprawności osadzenia korpusu w gnieździe uchwyty. Wcześniejsze próby użytkowania uchwyty wykazywały, że konieczne było przeszlifowanie powierzchni wspornika w celu prawidłowego ucieszenia korpusu w pozycji wyjściowej do realizacji procesu technologicznego.

BIBLIOGRAFIA

1. Musiał W., Schmechel M.: Propozycja budowy innowacyjnego narzędzia ściernego przeznaczonego szlifowania materiałów trudnoobrabialnych, Współczesne problemy obróbki ścierniej. Wyd. P. K. Monografia nr 167, Koszalin 2009, s. 09-12.
2. Musiał Wojciech.: Modelowanie geometryczne w zintegrowanym systemie komputerowym I-deas Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej 2004.