

Zmiany stanu powierzchni modeli drewnianych w procesie technologicznym wykonywania z zastosowaniem maszyn CNC

M. Waksmundzki, J. Zych

AGH University of Science and Technology. Faculty of Foundry Engineering.
Reymonta 23; 30-059 Krakow, Poland
jzych@agh.edu.pl

Otrzymano 20.11.2015; zaakceptowano do druku 29.12.2015

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badania stanu powierzchni modeli drewnianych wykonywanych z przy użyciu frezarek CNC. Badaniami objęto drewno sosnowe i olchowe, które stanowią podstawowe gatunki wykorzystywane w modelarstwie odlewniczym. Powierzchnia uzyskiwana po obróbce charakteryzuje się stosunkowo dużą chropowatością, którą związana jest z szybkością posuwu, średnicą freza, kierunkiem ruchu narzędzia w stosunku do kierunku ułożenia słoju. Cechą powierzchni po obróbce jest jej falisty i powtarzalny profil przekroju. W badaniach wykazano, iż kolejne zabiegi technologiczne w obróbce modeli, szpachlowanie, szlifowanie i malowanie podwyższają gładkość powierzchni. Wykazano również, iż relacja: kierunek ruchu freza/kierunek ułożenia słoju odgrywa istotną rolę w kształtowaniu końcowej jakości powierzchni modeli. Ta tendencja jest wyraźniejsza w przypadku stosowania drewna sosnowego o silniej anizotropowej budowie.

Słowa kluczowe: modele drewniane, chropowatość powierzchni, maszyny CNC

1. Wprowadzenie

Duża grupa modeli i rdzennic, szczególnie wielkogabarytowych wykonywana jest z drewna, sklejek modelarskich i innych materiałów wytworzonych z drewna [1,2,3]. Nowoczesne technologie obróbki ubytkowej modeli drewnianych wykorzystują maszyny numerycznie sterowane (CNC). Proces wykonywania modeli drewnianych obejmuje kilka etapów, a każdy z nich decyduje o ich dokładności kształtowo-wymiarowej i stanie powierzchni. Wytwarzanie modeli wielkogabarytowych rozpoczyna się od sklejania tzw. surówek modelarskich, które swoją bryłą przybliżają kształt gotowego modelu. Następnie prowadzona jest obróbka ubytkowa surówek: struganie, wytaczanie, frezowanie, itp. W nowoczesnej technologii obróbka

modeli najczęściej prowadzona jest za pomocą maszyn CNC, w których główną operacją jest frezowanie. Frez pozostawia charakterystyczne ślady na powierzchni obrabianej. Rodzaj obróbki, wybór narzędzia, dobór obrotów oraz posuwu wpływa bezpośrednio na chropowatość powierzchni. Jest ona parametrem przewidywalnym w procesie obróbki i jest jednym z parametrów deklarowanym przez operatora przed rozpoczęciem pracy maszyny.

Celem badań, których wyniki opisano w pracy, było określenie relacji, jakie zachodzą pomiędzy wskaźnikami chropowatości deklarowanymi w programie pracy maszyny CNC a wskaźnikami chropowatości osiąganymi w wyniku obróbki powierzchni modeli. Badaniami objęto kilka gatunków drewna, przy kilku wariantach parametrów pracy maszyny CNC. Praca

stanowi przyczynek do dalszych badań zaplanowanych w programie pracy.

2. Badania

Przeprowadzone badanie miało na celu porównanie wartości parametru chropowatości R_z założonego przez programistę CNC z wartością parametru uzyskaną po obróbce modelu. Badania przeprowadzono na 5 osiowej maszynie CNC firmy KIMLA przeznaczonej do produkcji wielkogabarytowych modeli odlewniczych. Parametry obróbcze zadano w programie Edge Cam 2014 R1. Do testów przygotowano 8 jednakowych półfabrykatów (surówek modelarskich). Cztery z drzewa sosnowego oraz cztery z olchy. Do każdej kostki testowej zastosowano identyczne parametry obróbcze zmieniając jedynie wartości chropowatości R_z . Do wykonania modeli testowych użyto freza kulistego $\phi 25$ mm, posuw 10 m/min oraz obroty 10 000 [obr/min]. Wartości deklarowanego parametru chropowatości R_z przyjęto kolejno: 0,3; 0,2; 0,1; 0,05. Obróbkę prowadzono wzdłuż (w.s) oraz w poprzek (p.s) słoików. Na rysunku 3 pokazano wygląd modeli testowych z drewna olchowego na trzech etapach przygotowania modelu, tj.: po obróbce wykonanej przy użyciu maszyny CNC, po szpachlowaniu i po malowaniu.

Ocenę stanu powierzchni modeli prowadzono z zastosowaniem prototypowego, laserowego profilometru skonstruowanego na Wydziale Odlewnictwa pokazanego na rysunku 1. Na badaną powierzchnię przemieszcza się głowica z czujnikiem laserowym, mierząc odległości kolejnych punktów rozmieszczonej na powierzchni badanej próbki. Mając zapisany w postaci cyfrowej profil badanej chropowatości można dokonać wyznaczenia (obliczenia) kolejnych parametrów stanu powierzchni takich jak: R_a , R_z , R_{max} . Sposób pomiaru bezstykowego pozwala na ocenę chropowatości dowolnej powierzchni, i nie ma ograniczeń typowych dla profilometrów wyposażonych w mechaniczny czujnik przemieszczeń.

3. Wyniki badań, dyskusja wyników

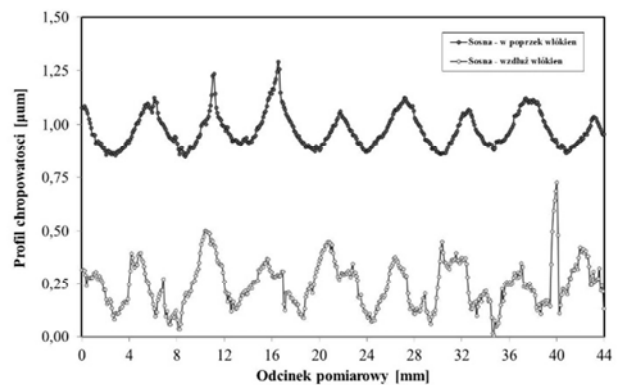
Na rysunku 2 przedstawiono wygląd profilu chropowatości modelu sosnowego w stanie po wstępnej obróbce powierzchni przy pomocy frezarki CNC. Pokazano przebiegi profilu przy zachowaniu kierunku ruchu freza wzdłuż i w poprzek w stosunku do ułożenia słoików drewna. Charakterystyczną cechą profilu powierzchni jest jego regularność, co jest konsekwencją kolejnych przejazdów freza podczas obróbki modelu. Można zauważyć, że profil powierzchni zależy od realacji kierunków ułożenia słoików w stosunku do kierunku przejazdu freza. Przy przejeździe prostopadłym kolejne ślady są bardziej do siebie podobne niż wtedy, gdy kierunki słoików i przejazdu freza są zbieżne.

Drewno należy do materiałów o strukturze silnie anizotropowej, które objawia się zróżnicowaniem wytrzymałości wzdłuż i w poprzek włókien. Wytrzymałość wzdłuż włókien jest najczęściej kilkakrotnie większa od wytrzymałości w poprzek. Różnica wytrzymałości jest jedną z charakterystycznych cech poszczególnych gatunków drewna. Anizotropowość struktury i właściwości drewna wpływa na jego obrabialność, na wygląd

powierzchni modeli w stanie po wstępnej obróbce przez frezowanie. Dla innych gatunków drewna profile powierzchni po obróbce mają nieco inne przebiegi, chociaż w każdym przypadku pozostaje charakterystyczny powtarzalny obraz po pojedynczym przejeździe freza.



Rys. 1. Prototypowy, laserowy profilometr do badań surowych powierzchni odlewów, modeli, rdzennic.

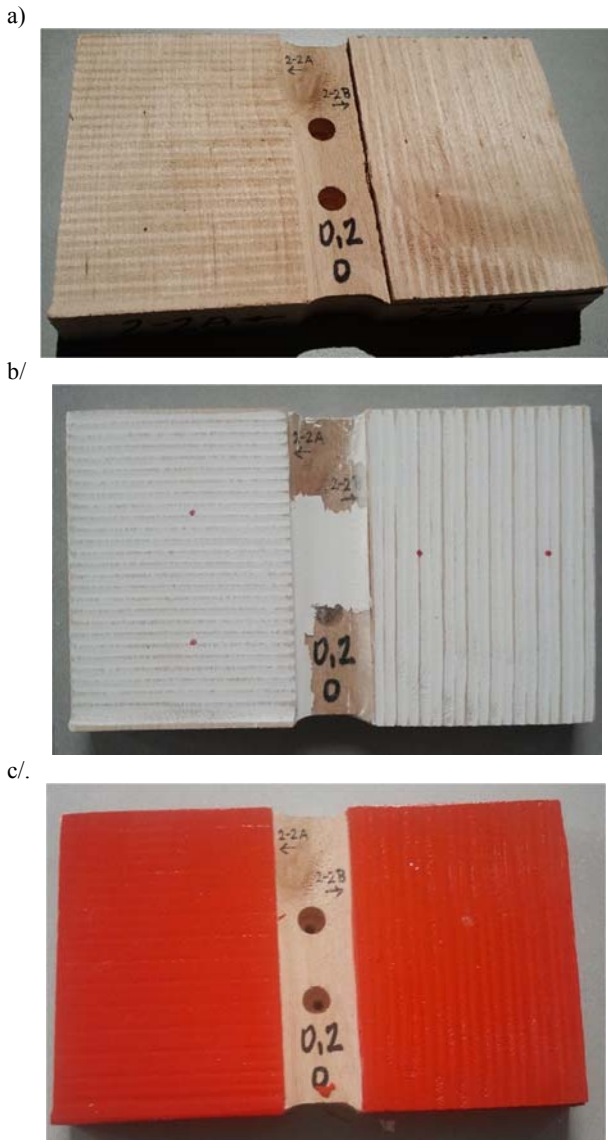


Rys. 2. Profil powierzchni modelu po obróbce frezem $\phi 25$ mm na maszynie CNC

Powierzchnia modelu po wstępnej obróbce wymaga dalszej obróbki. Przez szpachlowanie wypełnia się ślady po frezowaniu. Po następującym utwardzeniu masy szpachlowej wykonuje się szlifowanie powierzchni, które zwiększa gładkość powierzchni. Wygląd powierzchni modelu (próbki) w kolejnych etapach obróbki pokazano kolejno: na rysunku 3a pokazano powierzchnię po frezowaniu w kierunku wzdłuż słoików (w.s) i w poprzek (p.s), na rysunku 3b wygląd powierzchni po szpachlowaniu i szlifowaniu, a na rysunku 3.c – powierzchnię wykończoną przez malowanie. Zdjęcia przedstawiają modele wykonane z drewna olchowego, łatwego do obróbki mechanicznej dzięki stosunkowo umiarkowanej anizotropii w zakresie budowy struktury i właściwości.

Można zauważyć, iż relacja kierunek słoików/kierunek ruchu narzędzia (freza) odgrywa istotną rolę w kształtowaniu stanu powierzchni modeli drewnianych. Po pierwotnej fazie obróbki – frezowaniu – stan powierzchni nie jest zadawalający, na powierzchni widoczne są ślady przejazdów freza. Dopiero w drugiej fazie

obróbki - szpachlowaniu i wygładzaniu (szlifowaniu) po szpachlowaniu osiąga się dużo lepsze efekty, większą gładkość powierzchni. Malowania modeli ma za zadanie dalsze zwiększenie gładkości powierzchni oraz zabezpieczenie drewna przed wnikaniem wilgoci z powietrza.

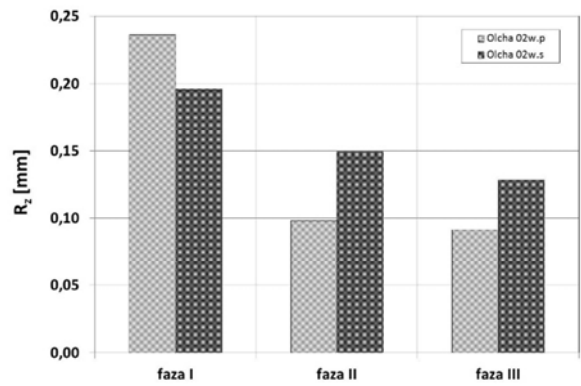


Rys. 3. Widok próbek drewna olchowego po kolejnych etapach obróbki mechanicznej przy pomocy maszyny CNC

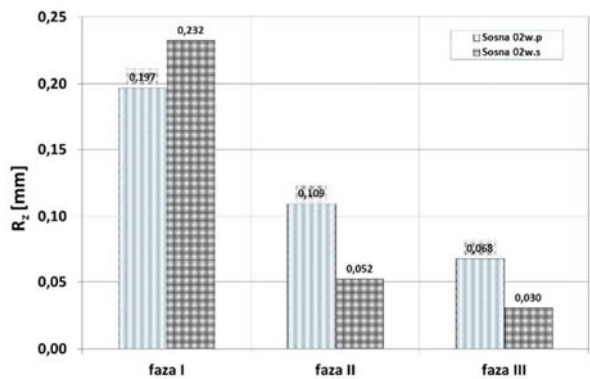
Obok analizy wyglądu modeli wykonano pomiary parametrów chropowatości powierzchni w kolejnych fazach obróbki. Wyznaczono parametr R_z , wyniki tych badań dla modeli wykonanych z drewna olchowego pokazano na rysunku 4, a dla drewna sosnowego na rysunku 5. Parametr R_z określono po kolejnych etapach (fazach) obróbki, tj: faza I - wprost po frezowaniu przy użyciu maszyny CNC; faza II - po naniesieniu

szpachli modelarskiej i przeszlifowaniu; faza III- po naniesieniu lakieru. Na rysunkach 4 i 5 pokazano zmiany parametru R_z dla dwóch sposobów przesuwu narzędzia: wzdłuż słoików (w.s) oraz w kierunku prostym (p.s).

Modele wykonane z drewna olchowego charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem parametru chropowatości R_z osiąganym po frezowaniu wzdłuż i w poprzek włókien. Jednak końcowa gładkość powierzchni modeli wykonanych z drewna sosnowego jest jednak większa niż gładkość powierzchni modeli olchowych.



Rys. 4. Zmiana stanu powierzchni surowej modelu drewnianego (olcha) w procesie technologicznym



Rys. 5. Zmiana stanu powierzchni surowej modelu drewnianego (sosna) w procesie technologicznym

4. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań stanowią przyczynek do szerszych prac nad oceną aplikacji nowoczesnych maszyn obróbkowych CNC do wytwarzania wielkogabarytowych modeli drewnianych. Stwierdzono, iż stan powierzchni zależy od relacji: kierunek wzrostu słoików drewna/kierunek przesuwu wirującego freza (narzędzia).

Powierzchnia modeli uzyskana na pierwszym etapie technologicznym wytwarzania (po obróbce CNC) wymaga dalszej obróbki, szpachlowania, szlifowania, malowania, bez których ślady pracy narzędzia CNC są zbyt duże, aby można było pozostawić model na tym etapie obróbki.

Podziękowania

Praca wykonana w ramach badań własnych: Nr 11.11.170.318
zad. 4

[3] Opyt, B., Stachowicz, M. Granat, K. (2014). Odporność na ścieranie drewna do budowy oprzyrządowania odlewniczego stosowanego w polu mikrofalowym. International Scientific Conference, Świdnica, *SFEROID*, z. 17: 75 – 80.

Literatura

- [1] Piwoński, T. (1967). Poradnik modelarza formierza i rdzeniarza. WNT, Warszawa.
[2] Godlewski, Z. (1959). Modelarstwo. PWSZ, Warszawa.

Changes of the Wooden Patterns Surface in Technological Execution Process with Using CNC Machines

Abstract

The work shows the results of a study of patterns surface roughness made of wood using CNC. The studies covered pine wood and alder wood, which constitute the principal species used in Foundry. The surface obtained after treatment is characterized by relatively large, some roughness which is linked to the rate of feed which is linked to the rate of feed. A feature of the surface after treatment is its sinuous and repeatable profile section. In studies it has been shown that the next technological treatments adapted in treatment patterns as filling, sanding and painting enhance the smoothness of the surface. It has been shown that the direction of movement relationship milling grain direction plays an important role in shaping the final surface quality patterns. This trend is more pronounced in the case of pine wood with stronger anisotropic grades.