

Ocena struktury geometrycznej powierzchni stali nierdzewnej do zastosowań dekoracyjnych, po obróbce w wygładzarce pojemnikowej

Evaluation of the geometric structure of the stainless steel surface for decorative applications after processing in a smoothing container machine

PAULINA KURĘDA
WOJCIECH MUSIAŁ*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.12.194>

Przedstawiono wyniki pomiarów struktury geometrycznej powierzchni próbek wykonanych ze stali nierdzewnej, poddanych procesowi wygładzania w wygładzarce pojemnikowej. Zaprezentowano analizy efektów obróbki oraz możliwości stosowania obróbki pojemnikowej w szeroko pojętym wzornictwie przemysłowym. Badania zrealizowano na wygładzarce rotacyjno-kaskadowej z użyciem żywicznych i ceramicznych kształtek ściernych. Przeprowadzono próbę wdrożenia robota przemysłowego do intensyfikacji procesu obróbkowego z wykorzystaniem wygładzarki rotacyjnej.

SŁOWA KLUCZOWE: wygładzarka pojemnikowa, obróbka powierzchni, stal nierdzewna, warstwa wierzchnia, obróbka ścierna

The measurements results of the geometric structure surface of samples made of stainless steel subjected to a smoothing process in a smoothing container machine are presented. The analysis of the effects of treatment and the possibility of using container processing in the broadly understood industrial design were presented. The research was carried out on a rotational cascade container machine using resin and ceramic shaped stones. In the work carried out a trial to implement an industrial robot to intensify the machining process using a rotary smoother.

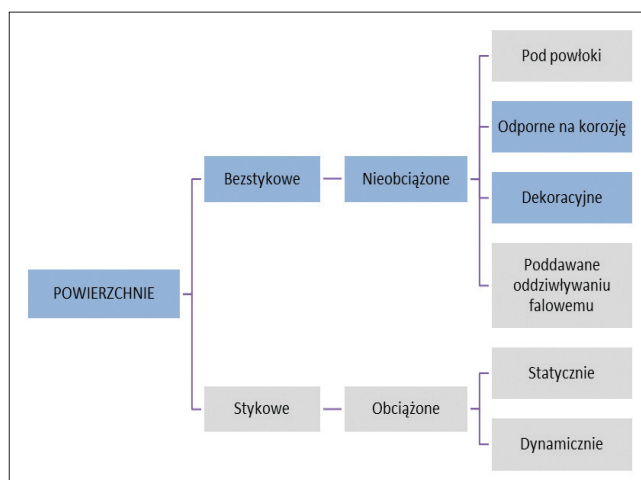
KEYWORDS: smoothing container machine, surface treatment, stainless steel, surface layer, abrasive finishing

Podział powierzchni z uwzględnieniem ich funkcji użytkowych wskazuje, że istotne jest określenie parametrów amplitudowych i częstotliwościowych, kluczowych w ocenie tych powierzchni pod względem wzorniczym. Podział ten można przeprowadzić według schematu (rys. 1) [3].

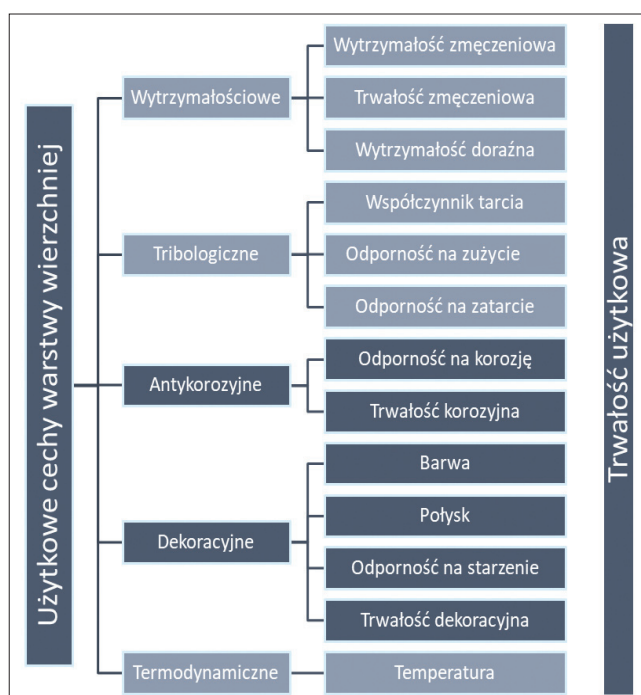
Z zaprezentowanego podziału wynika, że powierzchnie nieobciążone stanowią odrębną grupę, charakteryzującą się określonymi parametrami i wymogami użytkowymi.

Tego typu powierzchnie decydują o atrakcyjności wyrobu, a jego wygląd i walory dekoracyjne oraz użytkowe w dużej mierze mają wpływ na wybory zakupowe użytkownika (rys. 2) [2].

* Mgr Paulina Kuręda (p.kureda@wp.pl), dr inż. Wojciech Musiał (wojciech.musial@tu.koszalin.pl) – Katedra Inżynierii Produkcji, Politechnika Koszalińska



Rys. 1. Uogólniona klasyfikacja powierzchni



Rys. 2. Podział powierzchni ze względu na ich cechy użytkowe

Ważnymi aspektami w ocenie powierzchni dekoracyjnych są walory eksploatacyjne, pojmowane jako odporność na korozję, łatwość w czyszczeniu powierzchni oraz utrzymywaniu ich w czystości. Ma to szczególnie duże znaczenie w aspekcie stosowania powierzchni nieobciążonych dekoracyjnych jako powierzchni użytkowych. Przykładem są tu chociażby uchwyty drzwiowe w szpitalach, szkołach, żłobkach itp.



Rys. 3. Przykład powierzchni nieobciążonych dekoracyjnych – kolczyki ze stali nierdzewnej

Powierzchnie tego typu występują również w elementach sprzętu AGD, które powinny być łatwe do utrzymania w czystości ze względów higienicznych, w biżuterii i wielu innych przedmiotach codziennego użytku (rys. 3).

Przedmioty jubilerskie są jednocześnie dość trudne w obróbce, wymagają szczególnej uwagi i doboru odpowiedniej techniki – często stosuje się tu wyłazdarki pojemnikowe [6].

Charakterystyka powierzchni po wyłazdaniu

Powierzchnie odznaczające się małą adhezją i wysokimi walorami dekoracyjnymi charakteryzują się znaczną izotropowością [3, 4]. Aby uzyskać taką izotropowość, stosuje się techniki obróbkowe umożliwiające silne wyłazdanie powierzchni przy redukcji śladów poobróbkowych, pochodzących od ziaren w spojonych narzędziach ściernych. Zadowalające rezultaty daje: obróbka elektrochemiczna, piaskowanie, śrutowanie oraz bardzo efektywna obróbka w wyłazdarkach pojemnikowych [4]. Do najtańszych i najprostszych metod należą obróbka wibrościerna i rotościerna z odpowiednimi wkładkami ściernymi.

Badania wyłazdania powierzchni dekoracyjnych

Badania zrealizowano z wykorzystaniem wyłazdarki rotacyjno-kaskadowej typu AVALON EC6 (rys. 4).

W bębnie wyłazdarki umieszczono próbki o wymiarach 15 × 15 mm w postaci prostokątów ze stali nierdzewnej AISI 304L. Poszczególne próbki wyjmowano co 0,5 h i w ten sposób uzyskano materiał badawczy obrazujący zmianę stopnia wyłazdania powierzchni próbek, wykonanych ze stali nierdzewnej, poddanych procesowi wyłazdania przy prędkości 300 obr/min.

Wykorzystano medium ściernie w postaci kształtek żywicznych oraz ceramicznych. Wkładki żywiczne zastosowano w pierwszej fazie obróbki (1 h) w celu stępienia naroży i krawędzi próbek. Na kolejnym etapie wymieniono wkładki i kontynuowano proces wyłazdania, osiągając łącznie 7 h obróbki. Dzięki temu uzyskano informację o zmianie charakterystyki powierzchni w funkcji czasu (tablica).

Wcześniejsze badania, w których wykonano odrębną próbę z użyciem tylko kształtek ceramicznych oraz próbę wyłącznie z wkładkami żywicznymi, wykazały, że czas obróbki potrzebny do uzyskania znaczącej zmiany struktury powierzchni jest dość długi (rys. 5).

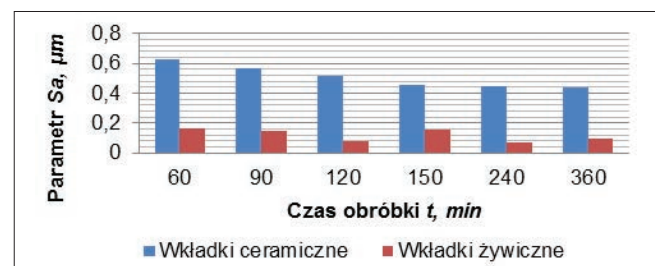


Rys. 4. Widok stanowiska badawczego składającego się z wyłazdarki rotacyjno-kaskadowej

TABLICA. Wyniki pomiaru zmiany struktury warstwy wierzchniej stali nierdzewnej AISI 304L wraz upływem czasu obróbki z użyciem wkładek żywicznych (Ż) oraz ceramicznych (C)

Rodzaj kształtek	Ż	C	C	C	C	C	C
Czas obróbki t , min	60	120	180	240	300	360	420
Parametr R_a , μm	0,55	0,53	0,41	0,38	0,34	0,36	0,37
Parametr R_y , μm	5,48	7,73	4,71	4,56	4,68	4,22	5,00
Parametr R_t , μm	4,44	4,91	3,76	3,49	3,39	3,04	3,44

R_a – średnie arytmetyczne odchylenie profilu, R_y – wartość najwyższego wgłębienia profilu, R_t – odległość od najwyższego do najniższego punktu profilu



Rys. 5. Wyniki pomiaru zmiany struktury warstwy wierzchniej stali nierdzewnej AISI 304L wraz upływem czasu obróbki z użyciem wkładek żywicznych i ceramicznych (S_a – średnie arytmetyczne odchylenie rzędnych powierzchni)

W celu zwiększenia wydajności procesu wyłazdania na kolejnych etapach badawczych zastosowano robota przemysłowego RV-M1. Pozwoliło to na zintensyfikowanie procesu wyłazdania poprzez kontrolowanie położenia próbki w przestrzeni roboczej przemieszczających się wkładek (rys. 6).

Na rys. 7 zaprezentowano obszar roboczy w postaci wirujących wkładek ceramicznych.

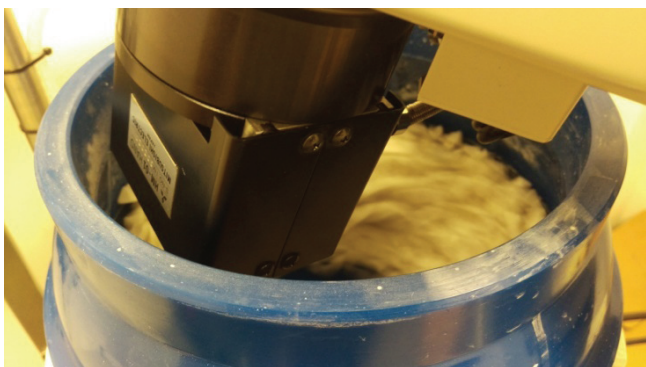
Poszukiwano optymalnego położenia próbki względem strumienia przemieszczających się wkładek (rys. 8). Wspomagano się sygnałem emisji akustycznej. Dzięki zastosowaniu ramienia robota przemysłowego (pięciostopowego), pozycjonującego próbkę względem strumienia przemieszczających się wkładek ściernych, uzyskano redukcję czasu realizacji procesu wyłazdania od 2 do 3 h.



Rys. 6. Sterowanie położeniem próbki w bębnie wygładzarki za pomocą ramienia robota RV-M1



Rys. 7. Wirujące wkładki ceramiczne wyznaczające strefę roboczą w procesie wygładzania



Rys. 8. Pozycjonowanie próbek za pomocą ramienia robota względem wirujących wkładek ceramicznych

Podsumowanie

Zastosowanie robota przemysłowego umożliwia redukcję czasu procesu wygładzania przynajmniej o $\frac{1}{3}$ dla próbek prostopadłościennych, dla których istotne było wyeksponowanie dwóch analizowanych powierzchni o największym polu przekroju na działanie wkładek ściernych. W przypadku powierzchni swobodnych i krzywoliniowych oraz wyrobów użytkowych o skomplikowanych kształtach zakłada się, że czasy te będą dłuższe ze względu na konieczność odpowiedniego wysterowania przez ramię robota położenia przedmiotu obrabianego względem największej energii wirujących wkładek ściernych.

Aktywna ekspozycja wybranych fragmentów powierzchni stalowej próbki na oddziaływanie wkładek ściernych zgodnie z ich ruchem wirowym pozwala na efektywną

obróbkę elementu wygładzanego z kontrolowanym czasem ustawienia danego fragmentu powierzchni względem najszybciej przemieszczających się wkładek. Dzięki temu można zapewnić większą sterowalność procesu wygładzania dla wybranych powierzchni.

Taki sposób realizacji procesu wygładzania umożliwia również różnicowanie wybranych fragmentów powierzchni wygładzanych co do czasu ich ekspozycji na medium robocze i sterowanie charakterystyką tych powierzchni poprzez uzyskiwanie określonych parametrów amplitudowych i częstotliwościowych ich topografii. Na jednym wyrobie możliwe jest uzyskanie powierzchni o różnej charakterystyce struktury. Możliwe jest również skrócenie czasu obróbki, jeśli zastosuje się aktywną kompensację czasu ekspozycji powierzchni na działanie wkładek ściernych w porównaniu z jej brakiem, czyli gdy przedmiot wygładzany znajduje się w bębnie i w sposób swobodny przemieszcza się razem z wirującymi wkładkami.

Autorzy artykułu realizują obecnie kolejne etapy prac badawczych z wykorzystaniem robota przemysłowego oraz wygładzarek rotacyjnych w celu znalezienia najbardziej efektywnego sposobu prowadzenia procesu wygładzania powierzchni ze stali nierdzewnej. Do tego celu wykorzystuje się czujnik EA oraz specjalistyczne mikrofony kierunkowe i czujniki składowych sił XYZ.

Wnioski

Zastosowanie aktywnej ekspozycji próbki z użyciem ramienia robota umożliwia lepsze wykorzystanie energii kinetycznej wirujących wkładek i bardziej efektywne ich ustawienie względem powierzchni obrabianej,

- następuje redukcja czasu w porównaniu do procesu realizowanego ze swobodną, stochastyczną ekspozycją powierzchni obrabianej względem wirujących wkładek ściernych,
- redukcję czasu procesu wygładzania można oszacować nawet od $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ – w zależności od kształtu powierzchni wygładzanej oraz jej założonej charakterystyki,
- istnieje możliwość zastosowania sygnału EA oraz czujnika składowych siły do optymalnego ustawienia uchwytu robota utrzymującego przedmiot wygładzany względem wirujących wkładek ściernych w celu uzyskania największej efektywności procesu wygładzania.

LITERATURA

1. Gołąbczak A., Woźniak K., Gołąbczak M., Skowron M., Konstantynowicz A. „Wpływ skrawności kształtek ceramicznych na topografię powierzchni przedmiotów stalowych obrabianych w wygładzarce rotacyjno-kaskadowej”. *Mechanik*. 10 (2016): s. 1390–1391.
2. Matuszewski M. „Kierunkowość struktury geometrycznej powierzchni w transformacji warstwy wierzchniej”. *Rozprawy nr 170*. Bydgoszcz: Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, 2013.
3. Ocoś K.E., Liubimov V. „Struktura geometryczna powierzchni”. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2003.
4. Spadło S., Bańkowski D., Mamla M. „Badania obróbki wykończeniowej elementów wykrawanych z wykorzystaniem luźnych kształtek”. *Mechanik*. 11 (2017): s. 1012–1014.
5. Woźniak K. „Obróbka powierzchni w wygładzarkach pojemnikowych”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, 2017.
6. Zaborski S., Skrzypek S., Sudzik A., Ratuszek W., Chruściel K. „Wybrane właściwości powierzchni materiałów jubilerskich po polerowaniu”. *Inżynieria powierzchni – wybrane zagadnienia*. Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2011. ■