

PRZYKŁADY FUNKCJONALNEGO ZASTOSOWANIA OBRÓBK WIBRACYJNEJ

Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe zastosowania obróbki wibrościerniej skupiając uwagę na możliwościach zastosowania w przypadku obróbki wykończeniowej elementów ciętych techniką laserową oraz usuwaniu zadziorów po procesach skrawania. Proces obróbki wibrościerniej prowadzony był z wykorzystaniem ceramicznych kształtek ściernych w celu przygotowanie powierzchni przez usunięcie warstw tlenków

i ewentualnych głębszych rys. Natomiast zasadniczym etapem w przypadku pacek murarskich było polerowanie z użyciem kształtek porcelanowych. Głównym celem pracy było przedstawienie zalet

z wykorzystania obróbki wibrościerniej. Pozwala na zmniejszenie nakładu pracy, znacznej redukcji czasu potrzebnego na wykonanie pojedynczego detalu a także możliwe jest polerowanie detali o skomplikowanych kształtach, trudnych do ręcznej obróbki.

WSTĘP

W dobie szybko rozwijającego się przemysłu a co za tym idzie technologii konieczne jest użycie zautomatyzowanych procesów obróbki wykończeniowej wytwarzanych elementów. Determinuje to czynnik ekonomiczny, związane jest to bezpośrednio z wpływem na koszt całkowity gotowego urządzenia. W związku z tym stale dąży się do zmniejszania czasów wytwarzania elementów, co w całości przekłada się na możliwe zmniejszenie ceny finalnego detalu.

1. OBRÓBK LUŻNYMI KSZTAŁTKAMI

Obróbka z użyciem luźnych kształtek ściernych sprowadza się do ścierania powierzchni obrabianych elementów przez kształtki mające pełną swobodę wykonywania ruchu [10]. Przy czym należy pamiętać, że pojemnik wyłudzarki wypełniony jest wsadem, w którego skład wchodzi zarówno kształtki jak również obrabiane detale oraz ciecz wspomagająca obróbkę [4, 9].

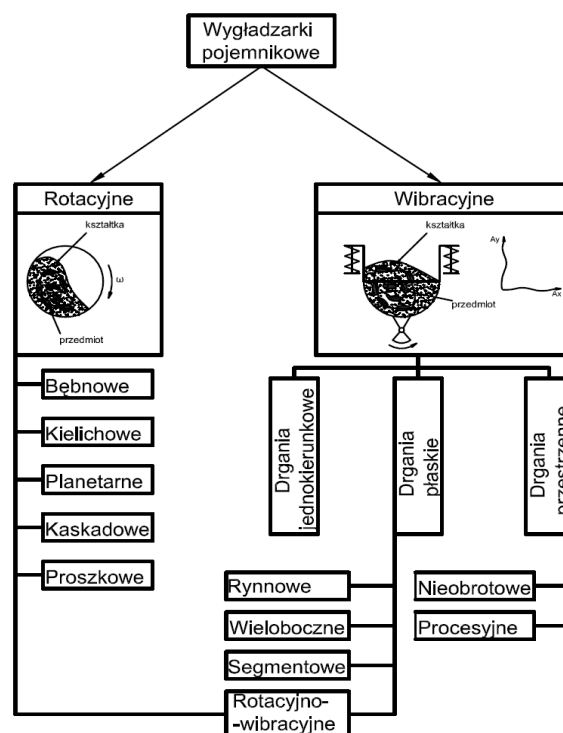
Obróbka z użyciem luźnych kształtek ściernych jest jedną z odmian obróbki wykończeniowej detali. Polega na mikroskrawaniu nierówności z powierzchni obrabianych elementów. Może służyć do usunięcia warstw tlenkowych, zgorzeliny, śladów po obróbce termicznej czy też usunięciu rdzy. Natomiast ostre krawędzie, często po obróbce skrawaniem ulegają zaokrągleniu [12]. Możliwe jest również wyblyszczanie powierzchni, często rozumiane jako poprawa refleksyjności. Procesy prowadzone dwuetapowo w postaci wstępnego wyłudzania a następnie polerowanie z użyciem kształtek stalowych umożliwia uzyskanie bardziej wymiernych efektów procesu wyblyszczania.

Obszar zastosowania procesów obróbki wibrościerniej w odniesieniu do innych rodzajów obróbki wykończeniowej jest bardzo szeroki. Dzięki szerokiej możliwości doboru mediów ściernych w postaci kształtek można operować stopniem intensywności ścierania. Zastosowania podczas procesu kształtek o dużych intensywnościach ściernych (rozumianych jako dużej procentowej zawartości ziaren ściernych) [6] zachodzi ubytek materiału z powierzchni przy płytkim umocnieniu [3]. Natomiast użycie mediów o małych intensywnościach ściernych ubytek materiału jest powolny i niezauważalny. Następuje wyraźne umocnienie warstwy wierzchniej wskutek zgniotu [5].

Analiza oddziaływań pomiędzy podmiotami obrabianymi a kształtkami ściernymi sprowadza się do rozważań ruchów im towarzyszących. W celu nadania jakiegokolwiek ruchu elementów wewnątrz wyłudzarek pojemnikowych konieczne jest dostarczenie określonej energii, której część wykorzystywana jest na pracę wyłudzania części. Sposób przekazania energii od wsadu zależy kinematycznego rozwiązania urządzenia obróbkowego [15].

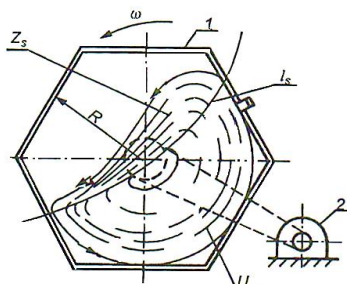
2. PODZIAŁ WYŁUDZAREK POJEMNIKOWYCH

Na rys.1 przedstawiono literaturowy podział wyłudzarek pojemnikowych. Zasadniczo można podzielić na 2 grupy: urządzenia o ruchu kołowym i urządzenia o ruchu drgającym oraz kombinacje ww. sposobów.

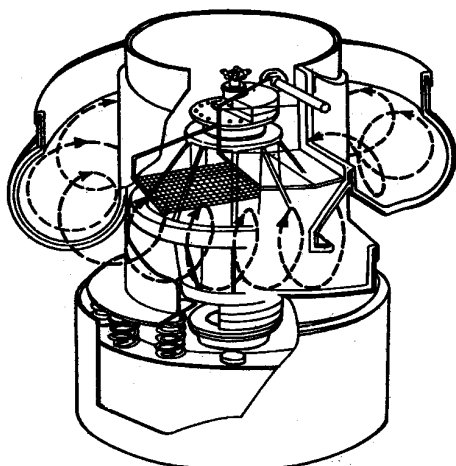


Rys. 1 Podział wyłudzarek pojemnikowych [3]

W wygładzarce rotacyjnej bębnowej wskutek obrotu pojemnika wsad w postaci kształtek ściernych i obrabianych detali oraz płynów obróbczych wspomagających proces można rozdzielić na strefę unoszenia i strefę zsypu. W strefie unoszenia składniki są nieruchome względem siebie i względem ścian pojemnika. Elementy te uniesione na odpowiednią wysokość przechodzą z strefy zsypu wzdłuż granicy, zwanej linią zsypu. W tej strefie następuje zamiana uzyskanej energii potencjalnej na pracę ścierania mechanicznego wskutek zsypanywania się wsadu. Na podobnych zasadach wykorzystujących pole sił grawitacyjnych działają wygładzarki rotacyjno-kaskadowe [3,14].



Rys. 2 Schemat i zasada działania wygładzarki obrotowej bębnowej. 1- pojemnik, 2- zespół napędowy, l_s – linia zsypu, U - strefa unoszenia mieszaniny, R - promień pojemnika, Z_s - strefa zsypu, ω - prędkość kątowa [3]



Rys. 3 Budowa urządzenia z zaznaczeniem trajektorii wsadu [3].

Wygładzarka wibracyjna podobnie jak wszystkie wygładzarki pojemnikowe wyposażona jest w zbiornik, najczęściej gumowy lub z tworzyw poliestrowych, do którego aplikowane są obrabiane detale i media w postaci kształtek oraz chemii obróbczej [2]. Istnieją różne sposoby wprowadzenia drgań zbiornika, najczęściej odbywa

się to przez użycie silnika z niewyważoną masą – mimośrodem. Zbiornik jest przymocowany do podstawy z wykorzystaniem mocnych sprężyn. Zastosowanie takiego napędu prowadzi w konsekwencji do wykonywania ruchu spiralnego przez wsad, co przedstawia rys. 3. Stwierdzono [3], iż najkorzystniejszym torem ruchu punktów zbiornika jest krzywa zbliżona do elipsy.

Obróbka wibrościerna obok obróbek skrawania i obróbki erozyjnej jest jedną z technik (technologii) wytwarzania gotowych wyrobów o niskiej chropowatości powierzchni. Polega na usunięciu niewielkiej objętości materiału, zwanej naddatkiem, w celu uzyskania warstwy wierzchniej o wymaganych właściwościach a także uzyskanie detali o wymaganych wymiarach. Użycie odpowiednio dobranego środowiska kwasowego lub zasadowego w zależności od obrabianego materiału ma znaczny wpływ na efektywność prowadzenia procesu [13].

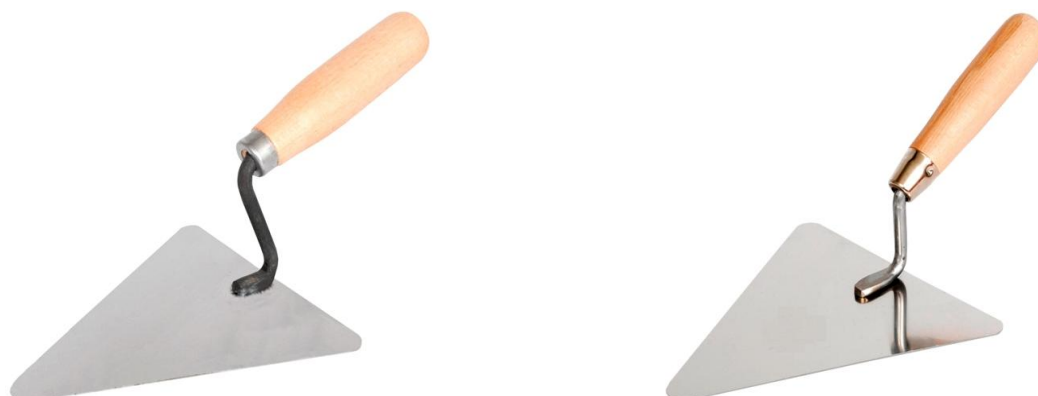
3. PARAMETRY I MOŻLIWOŚCI OBRÓBKI LUŻNYMI KształTKAMI

W zależności od odmiany kinematycznej obróbki ścierniwem luźnym możemy mieć wpływ na intensywność oddziaływań pomiędzy przedmiotami obrabianymi oraz kształtkami poprzez dobór odpowiednich warunków prowadzenia procesu (prędkości obrotowej bębna, położenia jego osi względem pola ciężkości, częstotliwości wymuszeń wzbudnika drgań itp.). Kolejną różnicą jest prowadzenie procesów na sucho lub też z użyciem płynów wspomagających obróbkę.

Obok parametrów obróbkowych związanych z kinematyką przebiegu procesu ścierania również pozostałe parametry (stopień wypełnienia zbiornika, stosunek przedmiotów obrabianych do kształtek ściernych, wielkość i kształt mediów ściernych, rodzaj i ilość roztworu chemicznego) mają wpływ na uzyskiwaną powierzchnię. Wynika stąd, że intensywność ubytku materiału z poszczególnych elementów geometrycznych części zmienia się od największej do najmniejszej w następującej kolejności : naroża krawędzie, powierzchnie wypukłe, powierzchnie płaskie, powierzchnie wklęsłe, otwory. Przyczyną dużej intensywności obróbki na powierzchniach o małym promieniu krzywizny są duże naciski jednostkowe, jakie występują przy kontakcie części z kształtkami [3].

Ubytek materiału z powierzchni części zachodzi małą intensywnością w porównaniu z innymi metodami, jednak możliwe jest w tym przypadku jednoczesne obrabianie dużej liczby części.

Rys. 4 przedstawia problem usuwania efektów ubocznych po przyspawaniu uchwytu do kielni murarskiej w postaci przebarwień. Powierzchnie przedmiotów nie obrabianych zawierają niedopuszczalne warunkami odbioru technicznego wady w postaci przebarwień tlenkowych powstałe w wyniku zgrzewania rękojści, ponadto występują ostre krawędzie oraz nieregularnie rozłożone zadziory, średnia arytmetyczna chropowatość powierzchnia jest na poziomie



Rys. 4 Fotografia kielni a) przed obróbką gładkościową, b) po obróbce wibrościerniej

$R_a = 0,966 \mu\text{m}$ [1]. W wyniku obróbki ręcznej uzyskuje się gładką, refleksyjną powierzchnię, krawędzie są zaokrąglone i pozbawione zadziorów, chropowatością powierzchni wynosi $R_a = 0,462 \mu\text{m}$. Natomiast po zastosowaniu obróbki wibracyjnej uzyskano również wybliszczoną powierzchnię z dokładniej zaokrąglonymi krawędziami (duża regularność krawędzi, brak zadziorów), powierzchnia została pozbawiona przebarwień a średnia chropowatość powierzchni wyniosła $R_a = 0,519 \mu\text{m}$. Wynik ten w pełni spełnia wymagania podyktowane warunkami technicznymi, w założeniach przewidziane było uzyskanie chropowatości $R_a = 0,50 - 0,60 \mu\text{m}$ oraz refleksyjność powierzchni.

4. PRZYKŁADY UZYSKIWANYCH POWIERZCHNI PO OBRÓBCE WIBROŚCIERNEJ

Technologia cięcia laserowego znajduje coraz szersze grono zastosowań. Należy jednak pamiętać, iż rozdzielenie materiału następuje w skutek działania na obrabiany materiał skoncentrowaną wiązką o dużej energii. W przypadku cięcia laserowego stanowi ją gorący promień lasera oraz gaz techniczny o dużej czystości. W zależności od stosowanego urządzenia (przede wszystkim jego mocy) cięcie przeprowadza się na trzy sposoby: metodą spalania, stapania lub sublimacji. W efekcie czego naraża rozdzielanych elementów posiadają wyraźne ślady obróbki termicznej, często również przypalenia, naklejenia i inne defekty niepożądane przez potencjalnego odbiorcę. Konieczne jest przeprowadzenie procesów obróbki wykończeniowej i nadaniu cech estetycznych elementom [7]. W ten zakres świetnie wpisuje się zastosowanie obróbki wibracyjnej, która poprzez zastosowanie dedykowanych kształtek ściernych do obrabianego elementu oraz uwzględnieniu jego rozmiarów pozwala na zadawalających efektów dla wielu detali jednocześnie przy niskim nakładzie pracy. Przykłady zastosowań zostały przedstawione na rys 5. oraz 6.



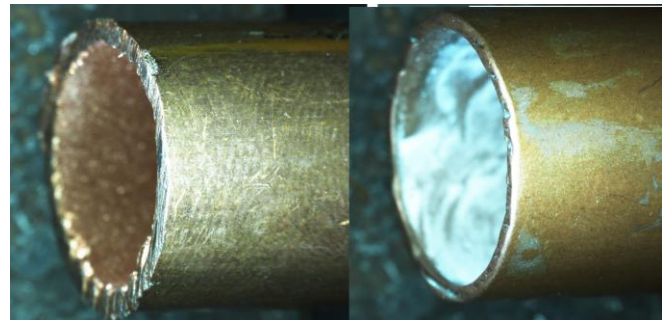
Rys. 5 Przykładowy element poddany obróbce wibracyjnej, czas obróbki 2 godziny, materiał stal nierdzewna po przecinaniu techniką laserową.



Rys. 6 Przykładowe krawędzie po przecinaniu techniką laserową oraz element poddany obróbce wibracyjnej, czas obróbki 2 godziny, materiał stal nierdzewna.

W przypadku obróbki skrawaniem w końcowym etapie frezowania, toczenia, dłutowania itp. jest wyjście narzędzia z obszaru obróbki. Towarzyszy temu powstawanie zadziorów. W wyniku oddziaływań mechanicznych narzędzia na materiał obrabiany i towarzyszących mu odkształceń plastycznych następuje powstawanie

zadziorów. Usuwanie zadziorów w wielu przypadkach jest czasochłonne i kosztowne. Zadziory powinny być usuwane z dwóch ważnych powodów, pierwszym z nich jest estetyka wykonywanych detali i niebezpieczeństwo skaleczenia się ostrymi krawędziami przedmiotów. Drugim ważnym czynnikiem jest dokładność wymiarowa wykonywanych elementów, i związane z tym, dopasowanie współpracujących ze sobą części [8]. Jako przykład przedstawiono użycie obróbki wibracyjnej do usuwania zadziorów po cięciu tulei mosiężnych. Na rys. 7 widać ewidentne usunięcie niezgodności oraz zaokrąglenie krawędzi.



Rys. 7 Tuleje mosiężne a) po cięciu piłą b) po obróbce wibracyjnej, czas 180 min.

PODSUMOWANIE

Użycie obróbki wibracyjnej jako obróbki wykończeniowej stanowi bardzo dobrą alternatywę dla procesów prowadzonych tradycyjnymi sposobami. Możliwe jest usunięcie warstw tlenkowych z powierzchni obrabianych. Detale po obróbce termicznej zostają wybliszczane.

Zastosowanie obróbki wibracyjnej stanowi również skuteczną metodę obniżenia wymiarów charakterystycznych dla zadziorów. Ponadto krawędzie po obróbce wibracyjnej są lekko zaokrąglone.

Przystępując do procesu należy każdorazowo dobrać warunki procesu obróbki wibracyjnej, tj.:

- kształt i rozmiar kształtek ściernych, (uwzględniając najmniejszy wymiar charakterystyczny),
- rodzaj materiału ściernego i spoiwa, z jakiego są wykonane,
- intensywność ścierną (procentową zawartość ścierniwa),
- zastosowanie odpowiednich płynów obróbkowych w zależności od rodzaju materiału.

W celu uzyskania bardziej wymiernych efektów konieczne jest zwiększenie częstotliwości oraz czasu trwania obróbki.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczak S.: *Pomiary geometryczne powierzchni*, Wyd. WNT, Warszawa.
2. Bakoń A., Brzeziński M., *Wybrane aspekty obróbek powierzchniowych wyrobów z tworzyw sztucznych metodami stumieniowo ściernymi i w luźnych kształtkach*, Mechanik nr8-9/2014, XXXVII Naukowa Szkoła Obróbki Ścierniej
3. Filipowski R., Marcinak M.: *Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000 304-308
4. Górski E.: *Obróbka Gładkościowa*, Wyd. WNT, Warszawa 1963.
5. Harasymowicz J., Wanatuch E.: *Obróbka Gładkościowa*. Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, Kraków 1994.
6. <http://www.granttrade.com>
7. Konieczny M., *Microstructural characterisation and mechanical response of laminated Ni-intermetallic composites synthesised*

- using Ni sheets and Al foils, Materials Characterization 2012 Tom: 70, str. 117-124,
8. Mola R., Jagielska-Wiaderek K., *Formation of Al-enriched surface layers through reaction at the Mg-substrate/Al-powder interface*, Surface and Interface Analysis Tom: 46, Zeszyt: 8, str. 577-580
 9. Oryński F., Synajewski R., Bechciński G.,: *Fizyczny model szlifowania wibracyjnego płaszczyzn w kierunku poprzecznym*. Mechanik, 1,30-34, 2013.
 10. Rodziewicz M.: *Wyglądanie luźnym ścierniwem w pojemnikach*, Wyd. WNT, Warszawa 1968
 11. Spadło S. Zarzycki M.: *Analiza możliwości zastosowania obróbki wibrościernej do wyblyszczania powierzchni elementów amunicji*. Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej Nauki techniczne – Budowa i Eksploatacja Maszyn Z. nr 11/2008 s. 289-296, Kielce 2008
 12. Spadło S., Bańkowski D., „*Badania usuwania zadziorów metodą obróbki wibrościernej*”, Mechanik, Zeszyt: 12.: 2014
 13. Spadło S., Bańkowski D., Młynarczyk P., „*Analysis of the Effect of Processing Vibro-abrasive Finishing on the Geometric Structure Surface Scales Ammunition and Sharp Edges*”, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Tom: 66, Zeszyt: 1, Strony: 39-44, 2014
 14. Starosta R.: *Obróbka powierzchniowa*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2008
 15. Vibro Dry Experience PL, Rollwasch Italiana S.p.

EXAMPLES OF FUNCTIONAL APPLIED VIBRATING TREATMENT

Abstract

The article presents the basic use of vibro-abrasive machining focusing on the possibility of applying for finishing the cut by laser and deburring after cutting processes. Vibro-abrasive machining process was conducted using ceramic abrasive shapes in order to prepare the surface by removing oxide layers and possible deeper rift. In contrast, an essential step in the case of masonry trowel was polished with porcelain fittings. The main aim of this work was to present the advantages of using vibro-abrasive machining. It allows you to reduce the workload greatly reduce the time required to perform single detail and it is possible to polish the details of complicated shapes, hard-to manual processing.

Autorzy:

prof. PŚk dr hab. inż. **Sławomir Spadło** - Kielce University of Technology, sspadlo@tu.kielce.pl
mgr inż. **Damian Bańkowski** - Kielce University of Technology, bankowskid@tu.kielce.pl
mgr inż. **Piotr Młynarczyk** - Kielce University of Technology, piotr.m@tu.kielce.pl