

Badania porównawcze obróbki strumieniowo-ścierniej stali C45 z różnymi mediami roboczymi

Comparative research on an abrasive blasting of C45 steel for various working media

DOMINIK DUDEK
KRYSTYNA RADOŃ
RADOSŁAW MIJAS*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.12.187>

Omówiono wyniki badań obróbki strumieniowo-ścierniej elementów ze stali C45 po obróbce cieplnej. Wykorzystano różne materiały ściernie: piasek kwarcowy, dwie gradacje korundu oraz dwie gradacje elektrokorundu zwykłego. Obróbka z zastosowaniem każdego rodzaju ścierniwa odbywała się przy tym samym ciśnieniu roboczym powietrza. Analizowano parametry chropowatości 2D i 3D uzyskane po obróbce strumieniowo-ścierniej. Pomiary chropowatości wykonano profilometrem optycznym Talysurf CCI Lite. W obserwacjach mikroskopowych wykorzystano mikroskop odwrócony Nikon Eclipse MA 200.

SŁOWA KLUCZOWE: obróbka strumieniowo-ścierna, warstwa wierzchnia, chropowatość powierzchni

This paper deals with the influence of testing elements made of C45 steel after heat treatment. The elements have been machined with various abrasive materials using abrasive blasting: quartz sand, two corundum sizes and two sizes of Brown Fused Alumina. The treatment of all types of abrasives took place at the same working pressure. The 2D and 3D roughness parameters obtained after the abrasive blasting were analyzed. Roughness measurements were made using the Talysurf CCI Lite optical profilometer. Microscopic observations were performed on a Nikon Eclipse MA 200 inverted microscope.

KEYWORDS: abrasive blasting, surface layer, surface roughness

Obróbki powierzchniowe są szeroko stosowane we współczesnych procesach produkcyjnych. Wykorzystuje się zarówno skomplikowane technologie, np. technikę laserową, jak i stosunkowo proste metody cieplne. Obróbki powierzchniowe przeprowadza się w celu zmiany właściwości użytkowych materiału rodzimego (napawanie) [1], nakładania powłok (ochronnych, dekoracyjnych, technicznych itp.) [2–4], czy też traktuje się je jako obróbkę wykończeniową [5–7].

Obróbka strumieniowo-ścierna znajduje zastosowanie w przypadku elementów metalowych, tworzyw sztucznych, ceramiki itp. Może być wykorzystywana do przygotowywania powierzchni przed kolejnymi etapami procesu technologicznego (np. przed nakładaniem powłok, w tym ochronnych), do usuwania tlenków, powłok lakierniczych albo jako obróbka wykończeniowa powierzchni, także przed procesami klejenia, w celu rozwinięcia powierzchni w stosunku do powierzchni nominalnej.

Obróbka strumieniowo-ścierna – charakterystyka

Podczas obróbki strumieniowo-ścierniej zawiesina ziaren ściernych w ośrodku nośnym (powietrze lub wodzie) jest natrykiwana na obrabianą powierzchnię. W przypadku zastosowania wody jako czynnika nośnego celowe jest dodanie inhibitorów korozji.

Zakres ciśnienia czynnika roboczego zawiera się w przedziale 0,2÷1,2 MPa. Zawiesina ziaren ściernych powstaje zazwyczaj w tryskaczu. Formowany przez dyszę tryskacza strumień ścierny przy podanym zakresie ciśnienia osiąga prędkość 200÷800 m/s. W czasie obróbki usuwa się warstwę 0,01÷0,1 mm obrabianego materiału.

Kąt osi dyszy tryskacza względem obrabianej powierzchni (κ) zawiera się zazwyczaj w przedziale 15÷90°. Przy kątach κ powyżej 30° uzyskuje się dodatkowo efekt umocnienia warstwy wierzchniej do głębokości kilku mikrometrów. Przy opisywanych wartościach kąta κ uzyskuje się korzystny rozkład naprężeń ściskających. Formowany strumień ścierny – z uwagi na swoje właściwości – pozwala na obróbkę przedmiotów o złożonych kształtach i znacznych rozmiarach powierzchni.

Na efekty technologiczne obróbki (głównie wydajność procesu i chropowatość powierzchni) wpływa wiele czynników, np.: rodzaj i wielkość ziaren medium roboczego, ciśnienie robocze, kąt strumienia ściernego względem obrabianej powierzchni, odległość tryskacza od powierzchni obrabianej, czas obróbki i rodzaj materiału obrabianego.

Obróbka strumieniowo-ścierna znajduje zastosowanie głównie wtedy, gdy nie ma wygórowanych wymagań co do dokładności wymiarowo-kształtowej obrabianych elementów [8–10].

* Dr inż. Dominik Dudek (dominik_dudek@op.pl), mgr inż. Krystyna Radoń (krystiar93@vp.pl) – Katedra Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych Politechniki Świętokrzyskiej; mgr inż. Radosław Mijas (r.mijas@mesko.com.pl) – Mesko, Skarżysko-Kamienna

Badania eksperymentalne

Badania przeprowadzono na próbkach walcowych wykonanych ze stali C45. Próbki przed badaniami zostały obrobione cieplnie (hartowanie, niskie odpuszczanie – uzyskana twardość próbek wynosiła 60 HRC). Powierzchnie czołowe próbek przeszlifowano. Proces obróbki strumieniowo-ściernej był realizowany w piaskarce kabinowej PK-700.

W wyniku badań wstępnych określono parametry obróbki przyjęte w dalszych pracach eksperymentalnych:

- odległość dyszy tryskacza od powierzchni obrabianej próbki 80 mm,
- ciśnienie strumienia powietrza $p = 0,55$ MPa,
- kąt osi dyszy tryskacza względem powierzchni obrabianej $\kappa \approx 45^\circ$,
- średnice dyszy tryskacza 6 i 7 mm,
- czas obróbki do 40 s.

Użyte w badaniach eksperymentalnych media robocze zestawiono w tabl. I.

Wyniki badań

Po obróbce strumieniowo-ściernej wszystkie próbki oczyszczono i poddano obserwacjom z zastosowaniem technik mikroskopii świetlnej oraz pomiarom chropowatości. Wykorzystano mikroskop metalograficzny typu odwróconego Nikon Eclipse MA 200. Przykładowa fotografia powierzchni elementu ze stali C45 po obróbce strumieniowo-ściernej została przedstawiona na rys. 1.

Pomiaru chropowatości dokonano za pomocą profilometru optycznego Talysurf CCI Lite.

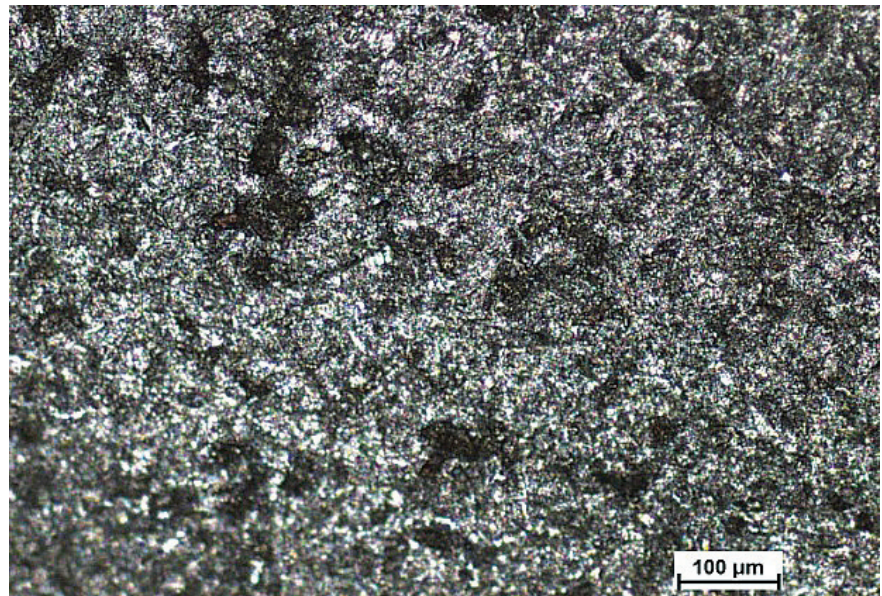
Zmierzono chropowatość zarówno 2D, jak i 3D. W tabl. II zestawiono przykładowe parametry chropowatości (R_a – odchylenie średnie arytmetyczne profilu chropowatości, R_z – maksymalna wysokość profilu chropowatości, S_a – średnia arytmetyczna wysokość powierzchni, S_z – maksymalna wysokość powierzchni [11]).

Na rys. 2 przedstawiono przykładowe wyniki pomiaru chropowatości dla próbki nr 3 (wariant obróbki strumieniowo-ściernej z zastosowaniem elektrokorundu zwykłego typu A-20 B, o wielkości F24).

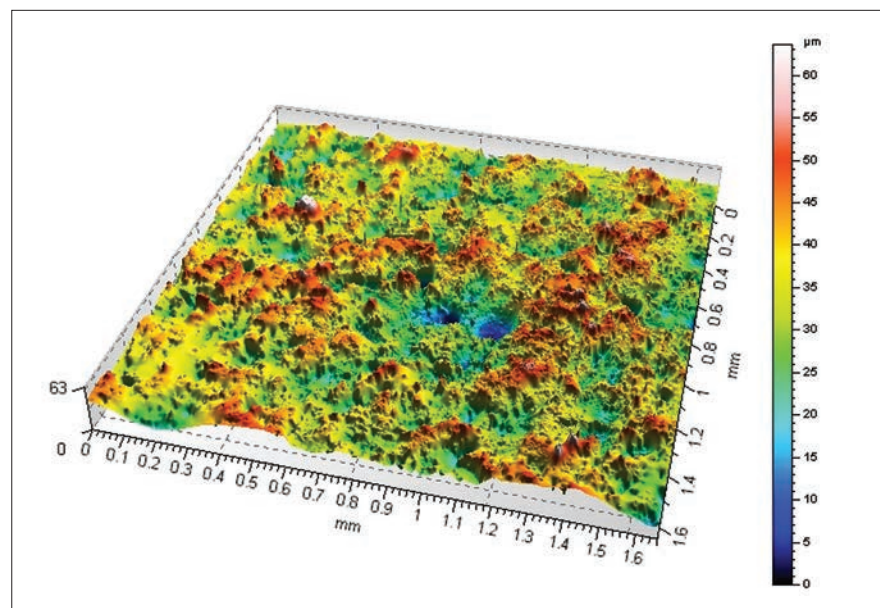
Na rys. 3 przedstawiono przykładowy wykres biegunowego rozkładu chropowatości dla próbki nr 3. Można zauważyć brak kierunkowości chropowatości – chropowatość jest losowa.

TABLICA I. Zestawienie zastosowanych w eksperymencie mediów roboczych oraz średnic dysz tryskacza

Numer próbki	Medium robocze	Wielkość ziaren ściernych	Średnica dyszy tryskacza, mm
1	Piasek kwarcowy	0,2+0,8 mm	6
2	Elektrokorund zwykły typ: A-20 B	F 10	7
3	Elektrokorund zwykły typ: A-20 B	F 24	6
4	Korund	0,2+0,5 mm	6
5	Korund	0,5+1,4 mm	6



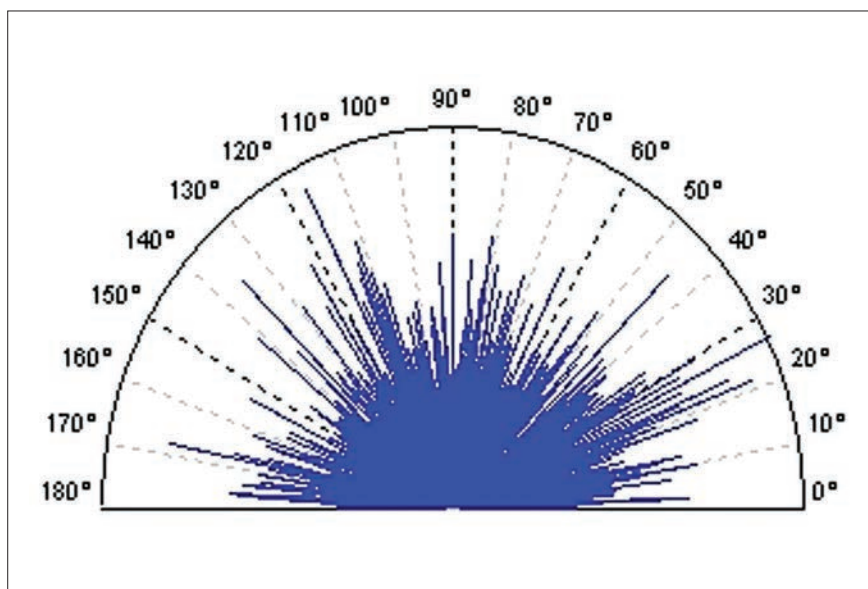
Rys. 1. Powierzchnia próbki ze stali C45 po obróbce strumieniowo-ściernej (medium robocze – korund 0,2+0,5 mm)



Rys. 2. Topografia powierzchni 3D próbki ze stali C45 po obróbce strumieniowo-ściernej (medium robocze – elektrokorund zwykły A-20B, wielkość ziaren F 24)

TABLICA II. Zestawienie przykładowych zmierzonych parametrów chropowatości 2D i 3D

Numer próbki	Medium robocze	Parametr chropowatości			
		Ra, μm	Rz, μm	Sa, μm	Sz, μm
1	Piasek kwarcowy	1,695	13,015	2,504	35,370
2	Elektrokorund zwykły typ: A-20 B	5,454	32,887	6,662	90,097
3	Elektrokorund zwykły typ: A-20 B	4,766	28,480	6,103	63,631
4	Korund	0,914	6,729	1,488	10,317
5	Korund	1,597	12,681	1,831	30,379



Rys. 3. Biegunowy rozkład chropowatości elementu ze stali C45 po obróbce strumieniowo-ścierniej (medium robocze – elektrokorund zwykły A – 20B, wielkość ziaren F 24)

Podsumowanie i wnioski

Obróbka strumieniowo-ścierna jest szeroko stosowana w procesach technologicznych z uwagi na swoją wszechstronność. Nadaje się do usuwania starych powłok galwanicznych lub lakierniczych, w celu poprawy estetyki powierzchni albo do jej rozwnięcia, aby poprawić adhezję powierzchni klejonych.

Analiza wyników pokazuje, że w zależności od zastosowanego medium roboczego ziarna ściernie przy tym samym ciśnieniu roboczym uzyskują różną energię. Wynika to bezpośrednio z zależności na energię kinetyczną cząstki. Każdorazowo niezbędny jest dobór parametrów obróbki – takich jak ciśnienie robocze powietrza, rodzaj i wielkość ziaren ściernych, kąt

osi dyszy tryskacza względem obrabianej powierzchni oraz odległość tryskacza od obrabianej powierzchni – w zależności od rodzaju obrabianego materiału oraz założonych efektów technologicznych procesu.

Poprzez dobór wielkości ziaren ściernych można regulować intensywność usuwania warstwy z powierzchni przedmiotu obrabianego i stopień rozwinięcia tej powierzchni. Zastosowanie ziaren ściernych o małej granulacji powoduje zmniejszenie intensywności oddziaływań z powierzchnią obrabianą. W wyniku takiej obróbki uzyskuje się równomierny rozkład chropowatości na powierzchni obrabianej.

W przypadku zastosowania ziaren ściernych o większych wymiarach, z uwagi na ich relatywnie dużą ener-

gię kinetyczną, w wyniku ich oddziaływania z powierzchnią obrabianą mogą powstawać głębokie kratery.

Obróbka strumieniowo-ścierna może być stosowana także do stosunkowo twardych materiałów, takich jak stal po ulepszeniu cieplnym, odlewy żeliwne itp., jednak wiąże się to z dużo większym zużyciem medium roboczego w postaci ziaren ściernych. Powierzchnia po obróbce strumieniowo-ścierniej jest bardziej podatna na korozję, dlatego zawieszona ścierna powinna zawierać inhibitory korozji.

LITERATURA

- Dudek D., Stefańczyk K., Skowron E. "An analysis of the properties of chromium-based coatings deposited by TIG welding". *METAL 2017: 26th International Conference on Metallurgy and Materials*. 2017: s. 1246–1251.
- Blicharski M. „Inżynieria powierzchni”. Warszawa: WNT, 2009.
- Klimpel A. „Napawanie i natryskiwanie cieplne. Technologia”. Warszawa: WNT, 2000.
- Nowicki B., Stefko A., Szulc S. „Obróbka powierzchniowa”. Warszawa: PWN, 1970.
- Bańkowski D., Spadło S. "Influence of the smoothing conditions in vibro-abrasive for technically dry friction the parts made of steel X160CrMoV121". *METAL 2016: 25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials* (2016): s. 1019–1024.
- Bańkowski D., Spadło S. "The application of vibro-abrasive machining for smoothing of castings". *Archives of Foundry Engineering*. 17, 1 (2017): s. 169–173. DOI: 10.1515/afe-2017-0031.
- Bańkowski D., Spadło S. "Influence of the smoothing conditions in vibro-abrasive finishing and deburring process for geometric structure of the surface machine parts made of aluminum alloys EN AW-2017A". *METAL 2015: 24th International Conference on Metallurgy and Materials* (2015): s. 1062–1068.
- Zaborski S., Stechnij T., Poroś D. „Wpływ obróbki strumieniowo-ścierniej na strukturę geometryczną powierzchni wybranych metali nieżelaznych”. *Mechanik*. 8–9 (2016): s. 1080–1081.
- Filipowski R., Marcinak M. „Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000: s. 304–308.
- Borkowski J. „Teoretyczny model powierzchniowej obróbki wysokoenergetyczną strugą hydrościerną”. *XXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ścierniej*, Kraków–Łopuszna, 2001.
- Adamczak S. „Pomiary geometryczne powierzchni”. Warszawa: Wyd. WNT, 2009. ■