

	<b>Organizatorzy:</b> Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny	<b>XXXVIII NAUKOWA SZKOŁA          OBRÓBKI ŚCIERNEJ</b> Łódź - Uniejów 09-11.09.2015	
	• Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn • Katedra Technologii Maszyn		

## Wyglądanie stali 304 dyskami ściernymi Trizact™ z wykorzystaniem wysokoobrotowego wrzeciona

Polishing steel 304 by means of abrasive discs Trizact™ of the using high speed spindle

JAN BARAN  
 ŁUKASZ RYPINA \*

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.332

W artykule opisano wyniki badań eksperymentalnych oraz możliwości zastosowania jednowarstwowych dysków ściernych Trizact™ z systemem mocowania Roloc Scotch Brite, do wyglądania stali 304 (0H18N9). Do badań wykorzystano narzędzia o różnej gradacji aglomeratu ściernego tj. A6, A16, A30, A45, A65, A100 i A160. Do napędu zastosowano wysokoobrotowe wrzeciono, które posiada niezależny napęd z sieci przemysłowej sprężonym powietrzem.

**SŁOWA KLUCZOWE:** dyski ścierne, Trizact™, wyglądanie ściernie, stal nierdzewna

*The article describes the results of experimental studies and the possibility of applying a single layer of abrasive discs Trizact™, Roloc fastening system Scotch-Brite, smoothing steel 304 (0H18N9). The study used the tools of varying gradation of abrasive agglomerate, ie. The A6, A16, A30, A45, A65, A100 and A160. It is driven by high of speed spindle, which has an independent of industrial network drive with compressed air.*

**KEYWORDS:** abrasive discs, Trizact™, polishing, stainless steel

### Wstęp

W ostatnich latach w procesie wyglądania powierzchni, dokonano dużych postępów z zastosowaniem nowoczesnych materiałów ściernych. Nowe rozwiązania konstrukcyjne i materiały ściernie, znacznie rozszerzyły swój zakres zastosowań. Głównymi zaletami innowacyjnych technologii jest: stała prędkość skrawania, mniejsze siły i naprężenia własne przy skrawaniu oraz wyeliminowanie płynów chłodząco-smarujących.

Obróbka wykończeniowa jak wyglądanie, zazwyczaj stosowane jest w celu uzyskania wysokiej jakości powierzchni na części obrabianej. Operacje te, są głównie wykonywane ręcznie i wymagają wysoko wykwalifikowanych operatorów. Proces wyglądania zależy od wielu parametrów: rodzaju ziarna ściernego, wielkości, siły nacisku, prędkości dysku, itd. Parametry te, decydują o jakości wykończenia powierzchni uzyskanej w zakresie tekstury chropowatości, ale także integralności powierzchni.

Poniżej, autorzy scharakteryzowali dyski ściernie z nasypem Trizact™, opracowali metodę doświadczalną na stanowisku do wyglądania powierzchni z zastosowaniem wysokoobrotowego wrzeciona, zaprojektowanego w Katedrze Inżynierii Produkcji Politechniki Koszalińskiej i określili wpływ różnych narzędzi ściernych Trizact™, na właściwości otrzymanej powierzchni. Do procesu wyglądania wykorzystano stal nierdzewną AISI 304 (0H18N9) [1,4,5].



Rys. 1. Trizact™ mikroreplikacja [6,10]

### Charakterystyka dysku ściernego z nasypem Trizact™

Trizact™ mikroreplikacja - są to trójwymiarowe struktury rozmieszczone na całej powierzchni. Są one wykonane

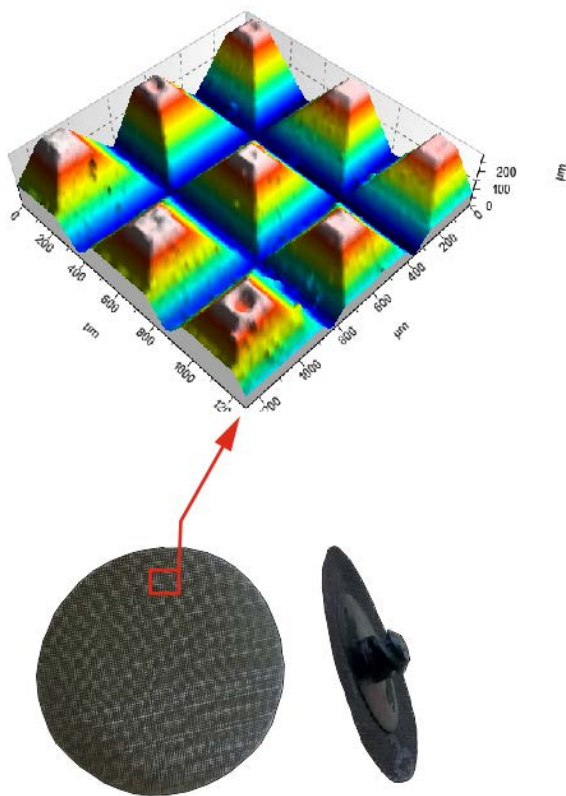
\* mgr. inż. Jan Baran (jan.baran@tu.koszalin.pl),  
 mgr inż. Łukasz Rypina (lukasz.rypina@tu.koszalin.pl)

z skompresowanego ziarna Trizact™, które gwarantuje spójną i przewidywalną wydajność usuwania materiału i wykończenia powierzchni rys.1.

Aglomerat składa się z ziaren standardowych (elektrokoalund) połączonych spoiwem, nadając im kształt ostrosłupów o podstawie kwadratowej. Kąty wierzchołkowe aglomeratu zmieniają się przypadkowo w przedziale 60-90°. Aglomerat podczas procesu obróbki zużywa się równomiernie, eksponując nowe nieużywane ziarna ściernie, aż do jego podłoża [4,5,10]. Właściwości skrawane dysków ściernych, zależą przede wszystkim od rodzaju materiału ściernego i konstrukcji jego nasypu.

Nasypy utworzone przez aglomerat ścierny, a w szczególności nasypy typu Trizact™, gdzie charakterystycznymi parametrami budowy takiego nasypu to: liczba aglomeratów ściernych na jednostkę powierzchni, wymiary i kształt cząstek ściernych, kąty wierzchołkowe ostrosłupów, rozmieszczenie cząstek na powierzchni podłoża.

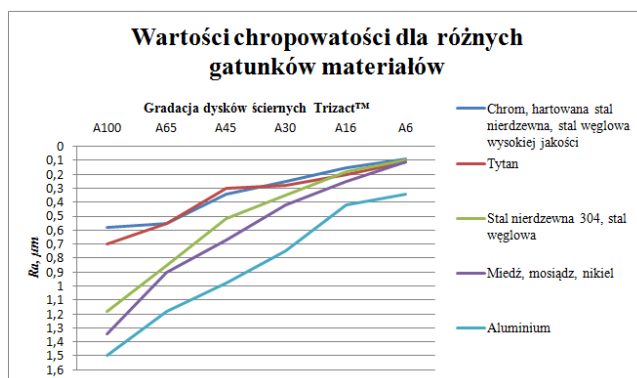
Do badań użyto jednowarstwowych dysków ściernych firmy 3M o ziarnistości A160, A100, A65, A45, A30, A6. Rys. 2 przedstawia zarysy aglomeratu, wykonane w trybie kolorowej trójwymiarowej mapy wysokości [4,6] (ang. height data 3D observation).



Rys. 2. Widok dysku ściernego Trizact™ A6 oraz fragment powierzchni z obrazem 3D. Wykres 3D przedstawia kształt ziaren ściernych jako ostrosłupów na powierzchni. Wykres 2D poniżej pokazuje widok z góry i boku dysku ściernego.

Poniżej, na rys. 3 przedstawiono wykres, gdzie producent przedstawia wartości chropowatości dla różnych gatunków materiałów z zastosowaniem jednowarstwowych dysków ściernych o różnej gradacji. Proces wygładzania dla różnych materiałów został wykonany przy następujących parametrach:

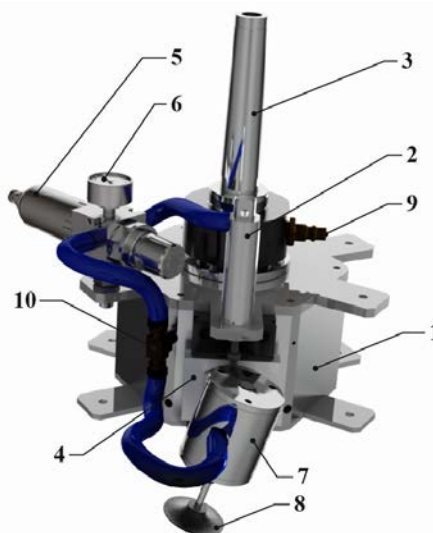
- prędkość obwodowa dysku 30 m/s;
- kąt kontaktu 40°;
- ciśnienie robocze 2kg/cm<sup>2</sup>;
- prędkość przesuwu przedmiotu obrabianego 4m/s.



Rys. 3. Widok dysku ściernego Trizact™ A6 oraz fragment powierzchni z obrazem 3D. Wykres 3D przedstawia kształt ziaren ściernych jako ostrosłupów na powierzchni. Wykres 2D poniżej pokazuje widok z góry i boku dysku ściernego.

### Charakterystyka wysokoobrotowego wrzeciona wraz z stanowiskiem badawczym

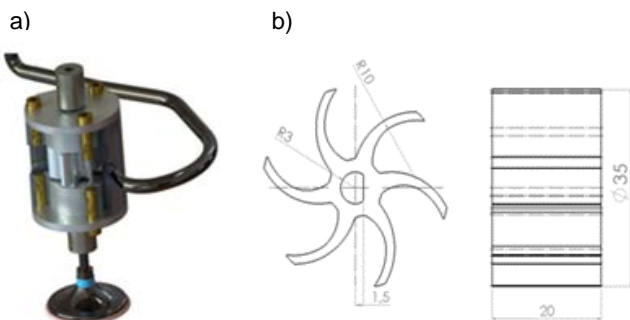
Schemat urządzenia szlifierskiego, służącego do wysokowydajnego wygładzania powierzchni płaskich jak i o zmiennej krzywiznie za pomocą jednowarstwowych dysków ściernych, przedstawiono na rys. 4. Wielonarzędziowa głowica szlifiersko-polarska składa się z zespołu napędowego wysokoobrotowego wrzeciona (7), w którym narzędzia w postaci dysków ściernych (8), przeznaczone są do obróbki różnych gatunków materiałów, powierzchni płaskich oraz o zmiennej krzywiznie. Osie wrzeciona napędzane są za pomocą turbin pneumatycznych o regulowanym ciśnieniu, do których doprowadzane jest przewodami ciśnieniowymi (10) z centralnego wlotu powietrza (9) [4,5,6,7,8]. Wrzeciono może niezależnie przemieszczać się na prowadnicach (4) w kierunku osiowym, dzięki czemu jego chwilowe położenie może dostosowywać się do kształtu powierzchni obrabianej. Dodatkowo, zespół narzędziowy może być obracany o pewien kąt w zakresie od 0° do 30°, dzięki czemu można regulować wielkość i położenie strefy obróbki oraz jej obciążenie cieplno-mechaniczne. Docisk wrzeciona do powierzchni obrabianej, jest realizowany za pomocą siłownika pneumatycznego (2), dokładna regulacja siły docisku do przedmiotu obrabianego jest ustawiana poprzez zespół filtrujący-redukujący z manometrem (5,6). Zespół ten umożliwia stałe sterowanie wartością siły. Strefa obróbki dodatkowo jest chłodzona sprężonym powietrzem, odpowiednio ukierunkowanym po jego wyjściu z wrzeciona. Cała głowica montowana jest do obrabiarki na stożek Morse'a (3).



Rys. 4. Schemat urządzenia do wygładzania powierzchni

Tab. 1. Charakterystyka techniczna wysokoobrotowego wrzeciona

Ciśnienie, MPa	Prędkość obrotowa, obr/s	Prędkość obwodowa, m/s
0,5	350	55,0
0,6	403	63,3
0,7	460	72,2
0,8	529	83,1



Rys. 5. Zespół narzędziowy (a) i turbina pneumatyczna (b) [2,3,7,8,9]

Poniżej przedstawiono prototyp głowicy z wysokoobrotowym wrzecionem pneumatycznym wraz ze stanowiskiem badawczym rys. 6 [2,3,7,8,9].

#### Parametry konstrukcji

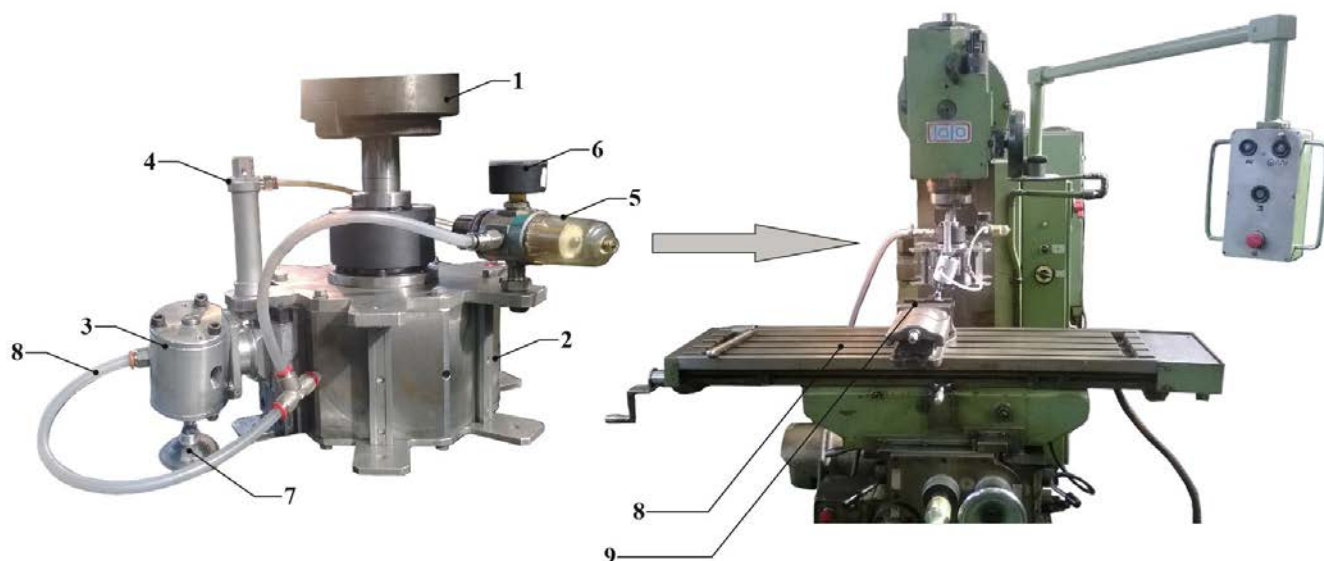
- całkowita masa urządzenia szlifierskiego (wrzeciona) 0,5kg,
- moment obrotowy wrzeciona dla ciśnienia roboczego:
  - 0,5MPa  $M_{obr}=0,25Nm$ ,
  - 0,6MPa  $M_{obr}=0,30Nm$ ,
  - 0,7MPa  $M_{obr}=0,35Nm$ ,
  - 0,8MPa  $M_{obr}=0,40Nm$ ,

- prędkość obrotowa wrzeciona dla ciśnienia roboczego:
  - 0,5MPa  $v_s=21000$  obr/min,
  - 0,6MPa  $v_s=24180$  obr/min,
  - 0,7MPa  $v_s=27600$  obr/min,
  - 0,8MPa  $v_s=31740$  obr/min,
- moc wrzeciona dla ciśnienia roboczego:
  - 0,5MPa  $P=550W$ ,
  - 0,6MPa  $P=760W$ ,
  - 0,7MPa  $P=1012W$ ,
  - 0,8MPa  $P=1330W$ ,
- maksymalny docisk wrzeciona 2,5kg,
- ciśnienie robocze w zakresie od 0,5MPa do 0,8MPa,
- siła docisku siłownika pneumatycznego od 0,05MPa do 0,1MPa,
- kąt pochylenia wrzeciona w zakresie od 10° do 15°,
- ilość wrzecion na obwodzie korpusu docelowo 3szt.

Badania wpływu narzędzi ściernych o różnej gradacji na chropowatość powierzchni obrabianego materiału przeprowadzono przy następujących parametrach:

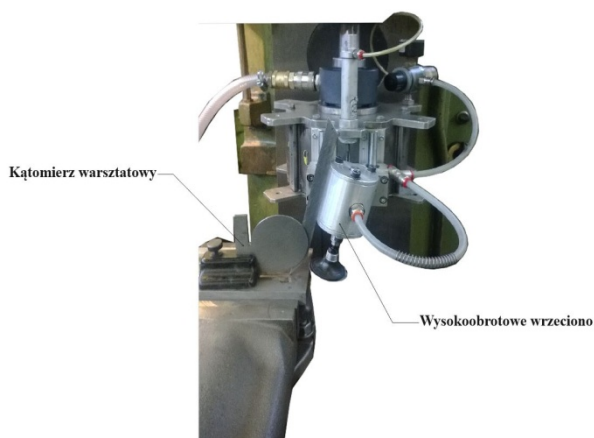
- prędkość obwodowa dysku 72 m/s;
- prędkość posuwu wzdłużnego stołu frezarki  $v_{fr}=1120$ , mm/min;
- siła docisku siłownika pneumatycznego do powierzchni obrabianej  $p=0,1$  MPa;
- kąt pochylenia wrzeciona względem powierzchni obrabianej  $\alpha=10^\circ$ ;
- materiał wygladzany, stal nierdzewna 304;
- czas wygladzania 3 minuty;
- ilość powtórzeń 6;
- średnica dysku ściernego 50 mm.

Na rys. 7. przedstawiono zasadę ustalania kąta pochylenia wysokoobrotowego wrzeciona, względem powierzchni obrabianej. Kąt zastosowany w badaniach wynosił 10°.



Rys. 6. Stanowisko badawcze: 1- wrzeciono frezarki, do którego zamocowana jest głowica, 2- korpus głowicy szlifiersko-polarskiej, 3- wrzeciono, 4- docisk pneumatyczny, 5- zespół filtrująco-redukcyjny G1/4, 6- manometr, 7- elastyczna podkładka Roloc Scotch Brite z dyskiem ściernym Trizact™, 8- wlot sprężonego powietrza do napędu wrzeciona, 9- frezarka pionowa typ FYF32J, 10- przedmiot obrabiany

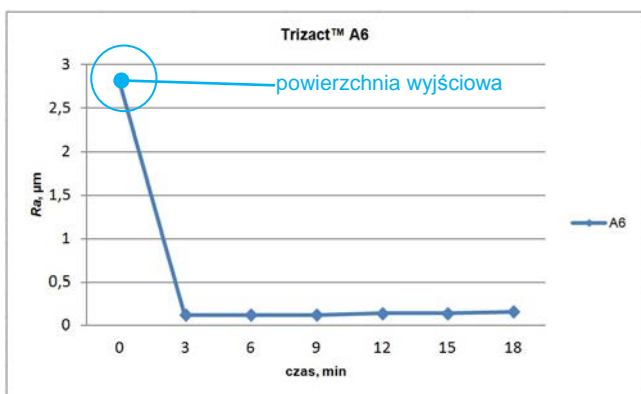




Rys. 7. Zasada ustalania kąta położenia wrzeciona względem powierzchni obrabianej

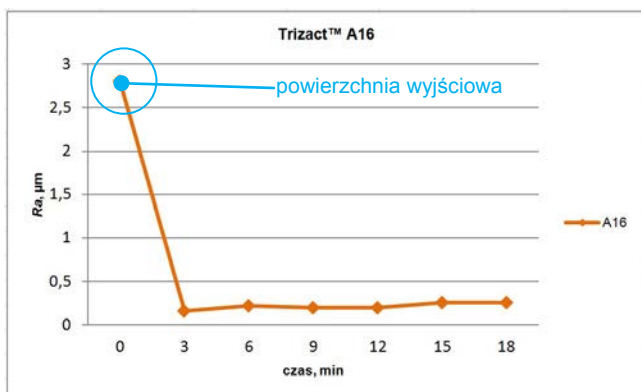
### Wyniki badań eksperymentalnych dla wygładzania stali 304 (0H18N9)

Na rys. 8, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A6. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $Ra=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 do 9 minut parametr  $Ra=0,12\mu\text{m}$ , po tym okresie wartość ta się minimalnie zwiększa.



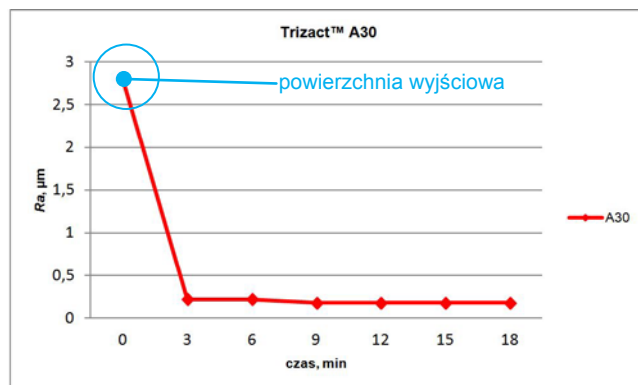
Rys. 8. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A6

Na rys. 9, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A16. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $Ra=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 parametr  $Ra=0,16\mu\text{m}$ , po tym okresie wartość ta się zwiększa.



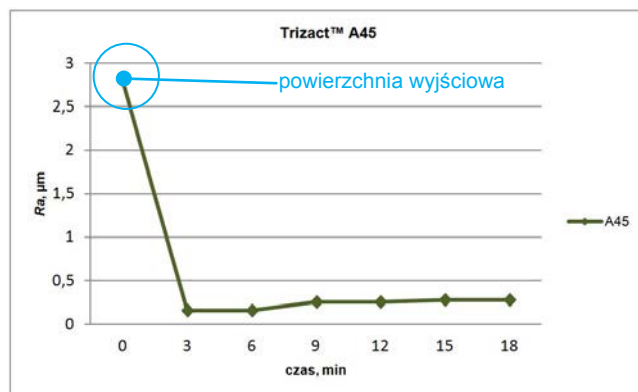
Rys. 9. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A16

Na rys. 10, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A30. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $Ra=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 do 6 minut parametr  $Ra=0,22\mu\text{m}$ , po 9 do 18 minut wartość ta jest stała i wynosi  $Ra=0,18\mu\text{m}$ .



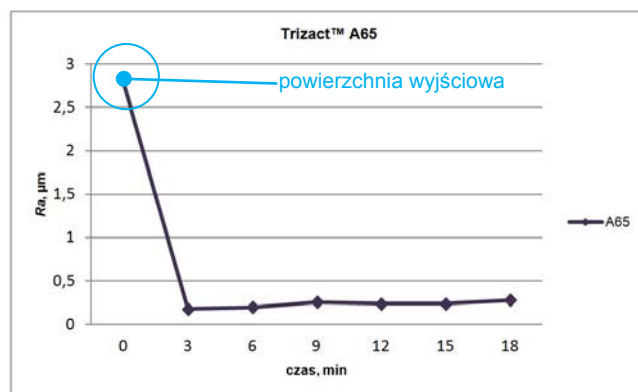
Rys. 10. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A30

Na rys. 11, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A45. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $Ra=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 do 6 minut parametr  $Ra=0,16\mu\text{m}$ .



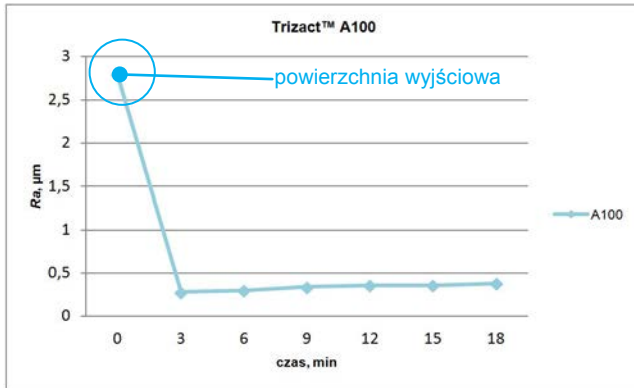
Rys. 11. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A45

Na rys. 12, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A65. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $Ra=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 minut parametr  $Ra=0,18\mu\text{m}$ .



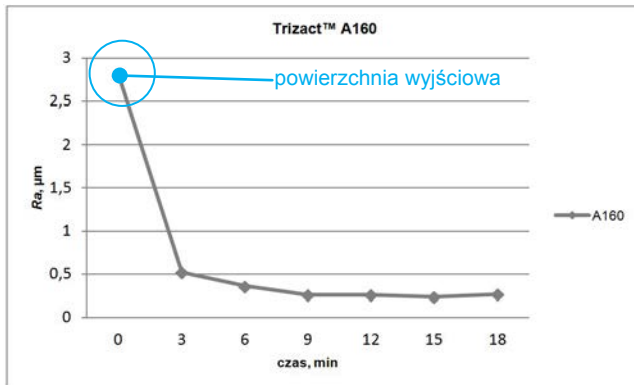
Rys. 12. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A65

Na rys. 13, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A65. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $R_a=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 minut parametr  $R_a=0,28\mu\text{m}$ , od 6 do 18 minuty stopniowo rośnie do wartości  $R_a=0,38\mu\text{m}$ .



Rys. 13. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A100

Na rys. 14, przedstawiono wyniki wygładzania powierzchni stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A65. Chropowatość powierzchni po obróbce na frezarce konwencjonalnej wynosiła  $R_a=2,8\mu\text{m}$ . Wyniki wskazują, że po okresie 3 minut parametr  $R_a=0,52\mu\text{m}$ , od 6 do 18 minuty maleje do wartości  $R_a=0,27\mu\text{m}$ . Spowodowane jest to tym, że na powierzchni czynnej dysku ściernego zwiększa się powierzchnia aktywnych ziaren ściernych.



Rys. 14. Wygładzanie stali 304 jednowarstwowym dyskiem ściernym Trizact™ A160



Rys. 15. Widok powierzchni po obróbce dyskiem ściernym Trizact™ A6 z wykorzystaniem wysokoobrotowego wrzeciona pneumatycznego

Rys. 15 przedstawia widok powierzchni po obróbce stali nierdzewnej 304 dyskiem ściernym Trizact™ A6. W przedmiocie obrabianym widzimy lustrzane odbicie wysokoobrotowego wrzeciona.

## Podsumowanie

Jednowarstwowe obrotowe narzędzia ściernie, mają szerokie zastosowanie, zarówno do wygładzania powierzchni płaskich jak i o zmiennej krzywiźnie. Z uwagi na specyficzną budowę strukturalną oraz formę zużycia, jednowarstwowe dyski ściernie Trizact™ posiadają szczególnie dobre właściwości eksploatacyjne. Charakteryzują się one długim okresem trwałości, w wyniku odnawiania właściwości skrawnych poprzez wykruszenia pojedynczych ziaren ściernych.

W celu odpowiedniego wykorzystania potencjału obrotowego dysków z nasypem Trizact™ oraz zapewnienie dużej efektywności wygładzania powierzchni, konieczne jest używanie wrzecion, umożliwiających stosowanie wysokich prędkości obrotowych oraz regulowanych sił docisku.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zastosowanie wysokoobrotowego wrzeciona z niezależnym napędem pneumatycznym, umożliwi efektywną obróbkę powierzchni stali nierdzewnej. Dlatego można bez problemu wykorzystać narzędzie, do zautomatyzowania procesu obróbki różnych powierzchni.

## LITERATURA

- Nowicki B., Pracki M., Badania efektów niekonwencjonalnego gładzenia narzędziami diamentowymi. NOSŚ, Rzeszów-Myszkowce 2000.
- Saito K., Finishing and polishing of free-form surfaces. Bull. Jap. Soc. of Prec. Eng., 18(1984)2.
- Weul H., Timmerman S., Automation of the surface finishing in the manufacturing of dies and molds, Ann. CIRP. 39(1990)1.
- Zaborski S., Pszczółowski W., Krysiak J., Łupak M., Szlifowanie taśmami z nasypem Trizact™. NSOŚ, Koszalin-Sarbinowo 2004.
- Pszczółowski W., Pszonka A., Badania rozpoznawcze nowej generacji narzędzi nasypowych w zastosowaniu do inżynierii powierzchni. Raporty ITMiA serii Sprawozdania nr 42/96, Wrocław 1996.
- Katalogi handlowe firmy 3M Degutschland.
- Baran J., Wysoko efektywne szlifowanie materiałów trudno skrawalnych, Monografia nr 225 Wydziału Mechanicznego, praca zbiorowa pod redakcją Jarosława Plichty, Krzysztofa Nadolnego, Wojciecha Musiała i Pawła Sutowskiego, Koszalin 2012.
- Baran J., Plichta J., Grinding and finishing sculptured surfaces using an innovative multitool head with independent pneumatic drive. Journal Of Machine Engineering Vol. 12, No. 4, Wrocław 2012.
- Baran J., Plichta J., Wygładzanie powierzchni tłoczników blach za pomocą innowacyjnej wielonarzędziowej głowicy z niezależnym napędem pneumatycznym. Autobusy, Słupsk 2013.
- Nowicki B., Pracki M., Badania niekonwencjonalnego gładzenia powierzchni o podwójnej krzywiźnie, NSOŚ, Łódź 2003.