



MULTI-MASTER
INDEXABLE HEADS



Wymienna głowica pełnowęglkowa o średnicy $\varnothing 32$ mm

Nowe, wymienne głowice węglkowe **MULTI-MASTER** o średnicy $\varnothing 32$ mm do obróbki zgrubnej, półwykończeniowej i wykończeniowej z możliwością zagłębiania się poprzez ramping. Rozwiązanie redukujące koszty i zwiększające wydajność procesu obróbki.

40,000 opcji dla wymiennych głowic pełnowęglkowych do frezowania



S100

UNIWERSALNA SZLIFIERKA CYLINDRYCZNA CNC DO OTWORÓW



Uniwersalna szlifierka otworowa S100 cnc oferuje sprawdzoną jakość firmy STUDER i najwyższą precyzję w standardowych operacjach szlifowania wewnętrznego, przy zachowaniu atrakcyjnej relacji ceny do możliwości. S100 oferuje szerokie spektrum zastosowań w zakresie szlifowania otworów, czół i kołnierzy oraz powierzchni zewnętrznych. Dzięki temu jest idealną propozycją dla klientów poszukujących uniwersalnej szlifierki otworowej w klasie „standard”. Może szlifować szerokie spektrum detali z branży sprężarkowej, hydraulicznej, maszynowej, lotniczej i narzędziowej.

Galika Sp. z o.o. | ul. Spacerowa 12/4 | 00-592 Warszawa |
T: (22) 848 24 46 | galika-wars@galika.pl | www.galika.pl

 **STUDER**



Japońska doskonałość.



1 400 000 narzędzi produkowanych
każdego miesiąca:
każdy poddany trzem kontrolom jakości,
każdy doskonały.
Przywództwo zbudowane z pasją,
Gwintownik za Gwintownikiem,
od 1923 roku.



Szanowni Państwo,

Dopiero co rozpoczął się 2023 rok, a już zbliżamy się do końca jego pierwszego kwartału. Czas mija bardzo szybko i dlatego trzeba dobrze go sobie odpowiednio zorganizować. Staramy się aby do osiągnięcia między innymi tego celu przysłużył się nasz kwartalnik. W każdym wydaniu zamieszczamy informacje o imprezach które mają się odbyć pozwalając na zaplanowanie udziału w najciekawszych z nich. Informujemy także o imprezach, które już odbyły się co pozwala skonfrontować nasze wrażenia (o ile uczestniczyliśmy w nich) z zamieszczonym ich opisem, a także zorientować się co ewentualnie straciliśmy. W tym wydaniu przeważają informacje o imprezach z pierwszej z wymienionych grup, a więc: STOM Kielce, ITM INDUSTRY EUROPE. Są to przede wszystkim imprezy wystawiennicze lecz uzupełnione

licznymi prelekcjami tematycznymi, seminariami, konferencjami itp. Znając program tych imprez można zwiększyć atrakcyjność udziału w nich.

Ze wspomnianym wyżej upływem czasu wiąże się także kolejne zdarzenie. Dotychczasowy przewodniczący Międzynarodowej Rady Programowej naszego kwartalnika Profesor Jerzy Jeleńkowski poprosił o zwolnienie z pełnionej funkcji właśnie ze względu na upływ czasu, na co redakcja z zalem, ale zgodziła się. W imieniu całego zespołu redakcyjnego bardzo Panu Profesorowi dziękuję za Jego wkład ponad 10-letniej pracy, dzięki któremu nasz kwartalnik prezentuje właściwy, mam nadzieję wysoki poziom merytoryczny. Pełnienie tej funkcji zaproponowaliśmy Profesorowi Tomaszowi Lipińskiemu z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na co uzyskaliśmy zgodę. Przy tej okazji zmieniono nieco także skład Rady. Jej dotychczasowym członkom serdecznie dziękuję za udział w tym gremium, a nowym – życząc satysfakcji z realizacji przyjętych zadań.

W części publikacyjnej zamieszczamy cztery artykuły naukowe opracowane przez zespoły autorskie, w tym jeden międzynarodowy. W pierwszym z nich Autorzy zwracają uwagę na często pomijany aspekt estetyczny połączeń zgrzewanych słusznie zwracając uwagę, że braki w tym względzie mogą generować dodatkowe koszty. Zrealizowane badania wykazały, że jakość połączeń zgrzewanych zależy od licznych czynników, lecz zmiana nawet jednego z nich może spowodować duże zmiany w tym zakresie.

W drugim z artykułów jego Autorzy analizują proces produkcyjny elementów o dużych gabarytach coraz częściej występujących w strukturach współczesnych maszyn identyfikując w nim te cechy, które są specyficzne dla dużych elementów, zwłaszcza takich, od których wymagana jest duża dokładność. Rezultaty przeprowadzonych analiz zweryfikowano przeprowadzonymi badaniami: analitycznymi i eksperymentalnymi.

Kolejny artykuł dotyczy narzędzi, choć nie tylko. Jego Autorki opisały badania powłok jakie można nanosić na powierzchnie elementów pracujące w skojarzeniu tarciovym, zwiększając w ten sposób ich trwałość. Na podstawie uzyskanych wyników badań porównawczych stwierdzono, że parametry osadzania powłok determinują cechy użytkowe elementów z takimi powłokami, np. ostrza narzędzi skrawających.

Czwarty z zamieszczonych artykułów także dotyczy narzędzi, a dokładniej – medium w jakich one pracują, zmieniających ich cechy użytkowe. Modyfikując skład medium roboczego przez dodawanie substancji poprawiających cechy medium w jakim elementy współpracują, badano intensywność procesu zużywania. Stwierdzono, że odpowiednie dobranie składu płynu roboczego może w znaczący sposób zmniejszyć intensywność procesu zużywania współpracujących elementów, np. narzędzi w obróbce skrawaniem.

W części informacyjnej przedstawiono propozycje firm współpracujących z branżą maszynową, zarówno bezpośrednio jak i pośrednio. W materiałach informacyjnych zamieszczonych w tym wydaniu często pojawia się optymalizacja. Są więc informacje firm ISCAR i Schwanog dotyczące z jednej strony optymalizacji samego procesu wyboru, a z drugiej – wyboru optymalnego narzędzia. Ciekawe informacje dotyczą także optymalizacji procesu mycia obrabianych elementów, zarówno w aspekcie sposobu jak i użytych w nim mediów.

W obecnych czasach wdrażania idei INDUSTRIE 4.0, nieodzowne jest wspomaganie komputerowe wszelkich działań podejmowanych na różnych etapach procesów wytwórczych. Przykłady zastosowania CAx zawierają zarówno wyżej wspomniane publikacje jak również kolejne, publikowane w tym wydaniu kwartalnika.

Wszystkie opisane działania mają na celu przede wszystkim zwiększenie efektywności procesów wytwarzania w różnych branżach gospodarki, dlatego też są one tak istotne.

W imieniu całego zespołu redakcyjnego zachęcam do zapoznania się treścią pierwszego w tym roku wydania OBRÓBKI METALU wierząc, że każdy znajdzie w nim coś interesującego i przydatnego.

Michał STYP-REKOWSKI
Redaktor Naczelny

OBRÓBKA METALU
KWARTALNIK NAUKOWO-TECHNICZNY
Numer 1/2023
ISSN 2081-7002

Wymienna głowica pełnowęglkowa o średnicy 832 mm

Nowa, wymienna głowica węglowa MULTI-MASTER o średnicy 832 mm do obróbki agrytowej, półwykrojenkowej i wykrojenkowej z możliwością zagłębienia się poprzez ramping. Rozwiązanie redukujące koszty i zwiększające wydajność procesu obróbki.

40.000 opcji dla wymiennych głowic pełnowęglkowych do frezowania

NEO:OGIO
MACHINING INTELLIGENCE

ISCAR
NEW TOOL

Kwartalnik Naukowo-Techniczny „Obróbka Metalu”

Adres Redakcji
ul. Szymborska 56, 88-100 Inowrocław
redakcja@obrobkametalu.tech
www.obrobkametalu.tech
tel. +48 52 52 43 580, kom. +48 608 188 255

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Przewodniczący (redaktor naczelny)
Prof.dr hab.inż. Michał STYP-REKOWSKI
(BSW Bydgoszcz)

REDAKTORZY DZIAŁOWI

Metrologia, jakość
Dr hab. inż. Monika MADEJ (PŚ Kielce)
Obróbki ubytkowe i przyrostowe
Dr inż. Wojciech ŻYŁKA (URZ Rzeszów)
Obróbki bezubytkowe, obróbka ciepła
Dr inż. Paweł LONKWIC (PWSZ Chełm)
Obrabiarki, materiały eksploatacyjne
Dr hab. inż. Maciej MATUSZEWSKI
(z-ca redaktora naczelnego, PB Bydgoszcz)
Procesy technologiczne, CAx, jakość
Dr hab. inż. Marcin GOŁĄBZAK (PŁ Łódź)
Narzędzia, oprzyrządowanie
Dr hab. inż. Norbert RADEK (PŚ)

REDAKTOR STATYSTYCZNY

Dr inż. Robert KOSTEK (PB Bydgoszcz)

MIĘDZYNARODOWA RADA PROGRAMOWA

Prof. dr hab. inż. Tomasz LIPIŃSKI (PL – UW-M)
przewodniczący
Dr hab. inż. Tomasz BABUL (PL – SIMP)
Dr.hab. inż. Olaf CISZAK, prof. PP (PL – PP)
Prof. dr hab. inż. Eugene FELDSTEIN (PL – UZ)
Ph.D.eng. Horst HERMSDORF (D)
Prof. Ph.D.eng. Josef JURKO (SK)
Ass. Prof. Sylvia KUSMIERCZAK (CZ)
Dr hab. inż. Mieczysław MARCINIAK (PL – PW)
Prof. Ph.D.eng. Hamdi METE (TR)
Prof.Ph.D.eng. Ivan NAZRENKO (UA)
Prof.Ph.D.eng. Ivan OBORSKY (UA)
Dr hab. inż. Andrzej PEREC (PL – AJP)
Ph.D.eng. Edward ROLINSKI (USA)
Dr hab.inż. Krzysztof ROŻNIATOWSKI,
prof. PW (PL – PW)
Dr hab.inż. Tadeusz SAŁACIŃSKI, prof. PW (PL – PW)
Prof.Ph.D.eng. Jan SUCHANEK (CZ)
Ph.D.eng. Emil ŠPIŠAK (SK)

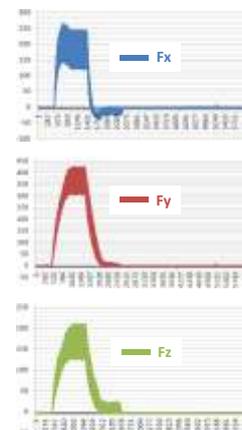
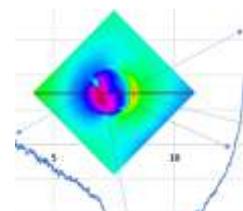
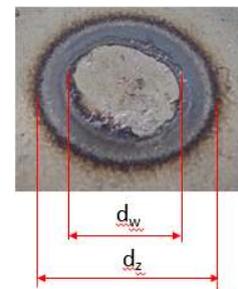
WYDAWCA AWART MEDIA

Skład i łamanie: Tymon Kokoszyński

Redakcja nie odpowiada za treść reklam, artykułów promocyjnych oraz ogłoszeń. Przedruk całości lub części materiałów bez zgody wydawcy, jest zabroniony. Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania oraz dokonywania zmian w przesłanych materiałach.

spis treści

- 8** W poszukiwaniu narzędzia optymalnego
ISCAR
- 12** Maksymalna produktywność w obróbce dłutowania:
Knoth Metallwaren konsekwentnie stawia na rozwiązania
Schwanog
SCHWANOG
- 14** Ocena cech wizualnych zgrzein połączeń zakładkowych
Dr inż. Paweł Lonkwic, mgr inż. Ireneusz Usydus
- 22** Przemysłowa Wiosna 2023 zapowiada się
niezwykle spektakularnie!
- 26** Specyfika procesu wytwarzania elementów o dużych gabarytach
Prof. Dr-Ing. Joachim Gründer, prof. Dr-Ing. Peter Otto,
dr hab. inż. Maciej Matuszewski,
prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski
- 30** Specjalna masowa obróbka wykańczająca znaczącą przewagą
nad konkurencją
- 33** Wpływ parametrów osadzania na właściwości powłok
diamentopodobnych ostrzy narzędzi skrawających
Dr hab. inż. Monika Madej, dr inż. Joanna Kowalczyk,
mgr inż. Katarzyna Piotrowska
- 43** Zapewnienie jakości poprzez optymalny proces mycia
- 46** Czy digitalizacja profilu firmy, wyszukiwania poddostawców,
sporządzania zapytań i ofert jest możliwa?
METALTOP
- 48** Branża obróbki metali nie rezygnuje z inwestycji
w park maszyn i urządzeń
- 50** Zmiana geometrycznych cech współpracujących powierzchni
miarą intensywności procesu zużywania ostrzy skrawających
Dr inż. Jarosław Robert Mikołajczyk
- 55** Cyfrowe zarządzanie wodą technologiczną
- 58** Sorma prezentuje nowy katalog ogólny NIKKO TOOLS
- 60** Inwestycje w nowoczesne technologie
na targach ITM INDUSTRY EUROPE



contents

Page 33

Dr hab. inż. Monika Madej, dr inż. Joanna Kowalczyk, mgr inż. Katarzyna Piotrowska

Influence of deposition parameters on the properties of diamond-like carbon cutting tool edges

Summary: In this paper the assessment of tribological properties of diamond-like carbon coatings (DLC) used for coating with plasma-assisted PECVD gas phase chemical deposition, including cutting tool edges were presented.. In the experimental studies, two types of diamond-like carbon coatings were applied, differing from each other in terms of deposition time. Tribological tests were carried out under friction conditions with lubrication of oil base PAO 8 and synthetic oil 5W30 on a tribometer working in a friction combination of ball and disc. Traces of rubbing after tribological tests were observed using scanning electron microscopy. A confocal microscope with interferometric mode was used to assess sample wear. Analysis of the test results showed that the time of coating has an effect on tribological properties. Lower values of friction and linear wear were obtained for the coating deposited over an hour and a half.

Keywords: cutting tool edge, diamond like carbon coating, friction, tribologic wear.

Page 14

Dr inż. Paweł Lonkwic, mgr inż. Ireneusz Usydus

Evaluation of the optical characteristics of overlapping joints welds

Summary: In the paper studies aimed at qualitative evaluation of spot welds of overlap connectors made when changing the current parameter were presented. The welds were subjected to geometric measurements using a focal-differentiation microscope, X-rays and strength evaluation by breaking them. As a result of the carried out tests, it was found that the

change of one welding parameter only can significantly affect the quality of the obtained welds. In some products it may cause an increase in the cost of final products.

Keywords: Resistance welding, induction welding, overlapping joints, joint strength, joint aesthetics.

Page 50

Dr inż. Jarosław Robert Mikołajczyk

Changes of geometric characteristic features of co-operating surfaces as measur of intensity of cutting edges wear process

Summary: The subject of the investigations described in this paper is the process of wear of friction pair elements with conformal contact occurring in the presence of operating medium with a modifying additive of defined composition. The wear process was analyzed in terms of changing geometric characteristic features of cooperating elements, i. e. size, most often used as indicators of wear of cutting tools.

Keywords: cutting edge, wear process, geometric change of edge, additive modifying working fluid.

Page 26

Prof. Dr-Ing. Joachim Gründer, prof. Dr-Ing. Peter Otto, dr hab. inż. Maciej Matuszewski, prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski

Specifics of large dimensions elements manufacturing process

Summary: In this paper the specific features of the production process of elements with large dimensions were presented. Specific features of machining large machines' elements were indicated. The conclusions were formulated on the basis of the authors' own research: experimental and analytical.

Key words: large workpiece, machining, tool life, workpiece rigidity.

index firm

ECOCLEAN	s.	45
GALIKA STUDER	s.	2
ISCAR	s.	1, 8
ITM INDUSTRY EUROPE	s.	60
LASERSTAL	s.	47
LICON	s.	53
METALTOP	s.	46
MITSUBISHI MATERIALS	s.	21
NARZEDZIOWNIA.ORG	s.	32
OSAWA	s.	49
SCHWANOG	s.	12, 64
SORMA NIKKOTOOLS	s.	59
STALEO	s.	32
STOM KIELCE	s.	11
TEMREX	s.	63
TOTAL ENERGIES	s.	24, 25
TUNGALOY	s.	7
YAMAWA	s.	3

recenzenci artykułów rocznika 2022

Lucjan Dąbrowski	Politechnika Warszawska
Andrzej Gołąbczak	Państwowa Akademia Nauk Stosowanych, Włocławek
Henryk Holka	Bydgoska Szkoła Wyższa
Tomasz Lipiński	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn
Mieczysław Marciniak	Politechnika Warszawska
Maciej Matuszewski	Politechnika Bydgoska
Tadeusz Mikołajczyk	Politechnika Bydgoska
Dariusz Ozimina	Politechnika Świętokrzyska, Kielce
Norbert Radek	Politechnika Świętokrzyska, Kielce
Michał Styp-Rekowski	Bydgoska Szkoła Wyższa
Maciej Woropay	Kujawska Szkoła Wyższa w Grudziądzu



TUNGALOY
ADD FORCE
ACCELERATED LINES

ulepszamy
rozwijamy
STOSUJEMY



Wysokowydajne narzędzia skrawające

Member IMC Group
Tungaloy
INDUSTRY 4.0

tungaloy.pl



W poszukiwaniu narzędzia optymalnego

Jak określić oczekiwania użytkowników narzędzi wobec ich producentów? Od dostawców wymaga się bowiem, że przedstawią najlepsze rozwiązanie. Jak zatem zdefiniować optymalne narzędzie? Oczywiście najpierw należy sprecyzować pewne standardy. Standardy narzędzi skrawających określa się według zasad wyboru możliwie najlepszego narzędzia do danego zadania. W literaturze technicznej można często znaleźć kilka rozwiązań proponowanych do danej aplikacji, dlatego niezbędne jest jasne zdefiniowanie pojęcia narzędzia optymalnego.

Kryteria doboru optymalnego narzędzia zależą od wielu czynników, w tym: rodzaju produkcji (mało-, średnio-, wielkoseryjna), obrabianego elementu, materiału, typu maszyny czy strategii obróbki. Użytkownik zainteresowany

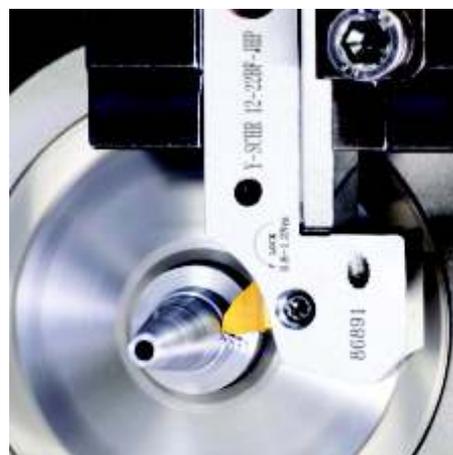
jest narzędziem, które gwarantuje najwyższą wydajność. Można to zapewnić poprzez optymalizację geometrii narzędzia oraz wyprodukowanie go z odpowiedniego materiału. Geometria oraz materiał, z którego narzędzie jest wy-

konane, to kluczowe elementy w powiązaniu z rodzajem skrawanego materiału.

Wytwórcy mierzą się nieustająco z wyzwaniami związanymi z szeroką gamą obrabianych detali, różnymi kształtami



Rysunek 1. Szlifowane i polerowane rombowe, standardowe płytki ISO, przeznaczone do wysoko wydajnego toczenia małych części



Rysunek 2. NEO-Y-SWISS – narzędzie do toczenia w osi Y

i wymiarami. Przykładowo: długie narzędzie, odpowiednie do obróbki danego detalu, będzie wprowadzało ograniczenia w postaci zmniejszonej stabilności, co przekłada się na jego wydajność.

Wybór optymalnego narzędzia jest jednym z wielu elementów, które odnoszą się do sedna problemu krytycznego dla wszystkich procesów obróbki, co bez



wątpienia wpływa na maksymalizację rentowności operacji. Aby osiągnąć cel, należy wziąć pod uwagę wiele współzależnych czynników, takich jak: efektywne wykorzystanie maszyn obróbkowych, odpowiednie planowanie produkcji i właściwe oprzyrządowanie oraz zarządzanie zapasami posiadanych narzędzi. Wszystkie czynniki podlegają optymalizacji, a znalezienie i dobór narzędzia staje się integralnym ogniwem realizacji zadania.

Nowoczesne możliwości produkcyjne wiążą się bezpośrednio z wysoko zaawansowanymi technicznie i wydajno-

wających oraz nowe materiały (gatunki), pozwalające na stabilną i wysoko wydajną pracę (HMRR) z różnymi parametrami skrawania. Ponieważ od narzędzia oczekuje się efektywnej pracy w różnych typach materiałów, dlatego geometria ostrza i jego materiał (gatunek) powinny być odpowiednio zoptymalizowane.

Kolejną metodą wpływającą na obniżenie kosztów produkcji jest skracanie przestojów maszyn. Odpowiednie wskazówki odnoszące się do atrybutów narzędzi, takich jak zapewnienie dostępności narzędzi oraz minimalizacja czasów

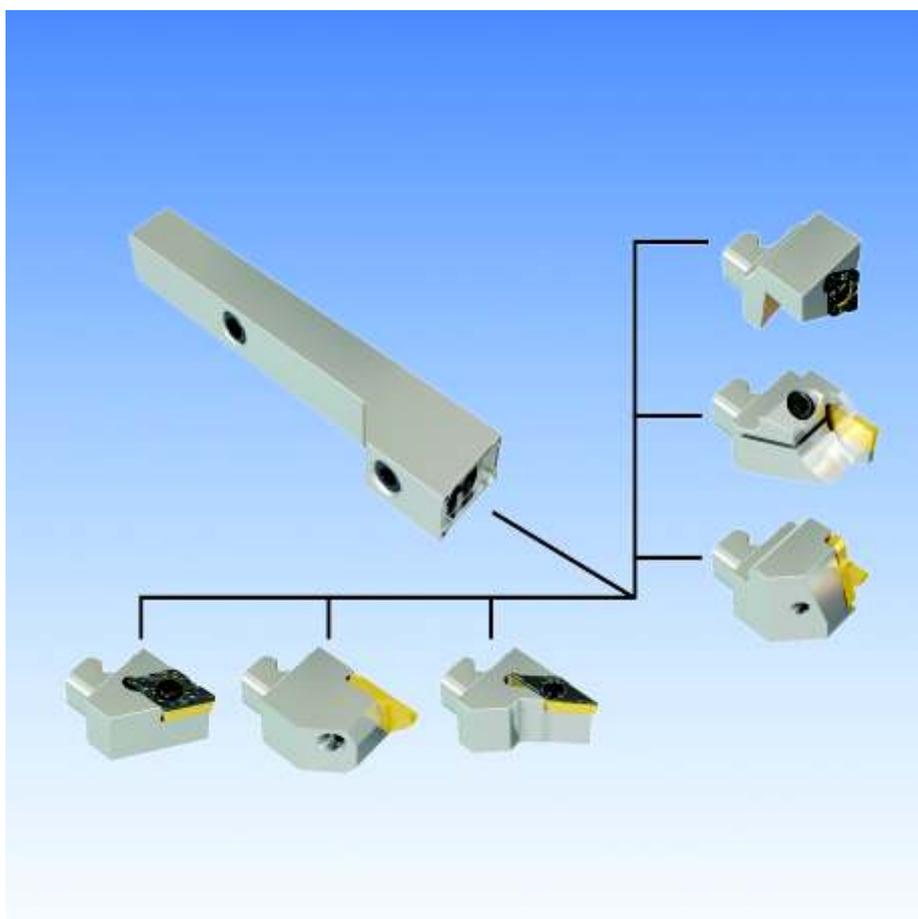
jedno narzędzie umożliwiłoby obróbkę detali o różnych kształtach, na krótkich i długich wysięgach, bez utraty wydajności. Dostosowanie narzędzia jest dodatkowym parametrem pozwalającym na znalezienie optymalnego rozwiązania.

Od zaawansowanych maszyn oczekuje się zintegrowanych, optymalnych strategii obróbki. Strategie te są planowane, programowane i sprawdzane w wirtualnym środowisku CAE (computer-assisted engineering) zanim rozpocznie się proces obróbki na maszynie. Dlatego odpowiednie narzędzie powinno też posiadać wirtualnego bliźniaka w świecie cyfrowym, aby móc je zweryfikować za pomocą systemów CAE.

Szeroki zakres nowych narzędzi firmy ISCAR, wprowadzonych wraz z kampanią NEOLOGIQ, jest zorientowany na optymalizację rozwiązań narzędziowych w nowoczesnym świecie obróbki metali. Pryncypia kampanii NEOLOGIQ są przekazywane przez zastosowanie nowych narzędzi oraz geometrii uzupełnionych o zaawansowane materiały (gatunki). Wśród rozwiązań można znaleźć narzędzia do automatów typu szwajcarskiego i maszyn wielozadaniowych.

Stale nierdzewne oraz materiały nieżelazne są często spotykane w branży części miniaturowych, medycznej oraz zegarmistrzowskiej. Do produkcji masowej wykorzystuje się małe oraz średniej wielkości maszyny typu Swiss (automaty typu szwajcarskiego). Dla tego sektora przeznaczona jest nowa generacja standardowych rombów płytek tokarskich firmy ISCAR. Różnorodne, precyzyjnie szlifowane i polerowane płytki pozwalają na wysoko wydajną obróbkę z minimalnymi siłami skrawania i znaczną redukcją tarcia (rys. 1). Płytki te występują w dwóch geometriach, do obróbki wykończeniowej, półwykończeniowej oraz do obróbki zgrubnej. Zaprojektowano je w taki sposób, aby zapobiec tworzeniu się narostu i zwiększyć trwałość ostrza.

ISCAR opracował dwa nowe gatunki węgla do efektywnego frezowania różnych materiałów. IC716 jest przeznaczony do obróbki stopów tytanu, charakteryzuje się udarnym substratem węglkowym i nową, wysoko odporną na ścieranie i pęknięcia termiczne, bardzo



Rysunek 3. NEOSWISS – modułarny, szybko wymienny system głowic do toczenia, rowkowania, przycinania oraz gwintowania

ciowo maszynami CNC. Nowego typu maszyny klasy premium są drogie, ale redukują czas cyklu, co obniża koszt produkcji. Idealne narzędzie powinno bowiem dostarczyć maksimum wydajności w połączeniu z sensowną i stabilną trwałością.

Aby uzyskać odpowiednie rozwiązanie, producenci narzędzi zaprojektowali zaawansowane geometrie krawędzi skra-

ustawczych, mogą w znacznym stopniu pomóc w dostarczeniu odpowiedniego rozwiązania. Dostępność narzędzi jest bowiem kluczowa, by określenie „optymalne” zastąpić przez „odpowiednie”.

Powiedzenie „najlepsze narzędzie to takie, które masz pod ręką” można potraktować jak ważną zasadę, wedle której najlepsze narzędzie to takie, które jest łatwo dostępne. W świecie idealnym

twardą powłoką PVD. Z kolei gatunek IC5600 zaprojektowano do obróbki stali. Charakteryzuje się on submikronowym substratem, multipowłoką MT CVD oraz specjalną obróbką po procesie powlekania. Kombinacja ta znacznie poprawia odporność gatunku IC5600 na zużycie ściernie oraz wysoką temperaturę, co pozwala na użycie wysokich prędkości skrawania i wydajną pracę – HMRR (high metal removal rates).

Rozwój maszyn upowszechnił metody toczenia za pomocą osi Y. Rozwiązania te pozwalają na bardzo stabilną pracę, a dzięki siłom grawitacji umożliwiają swobodny spływ długich wiórów skierowanych w dół. Można zaobserwować coraz to większe zapotrzebowanie ze strony przemysłu na rozwiązania przeznaczone do obróbki w osi Y. Jedną z nowych, obiecujących linii narzędzi tokarskich firmy ISCAR to NEO-Y-SWISS (rys. 2).

Modułowa koncepcja, wykorzystująca złożenie narzędzia, bazująca na standardowych elementach, takich jak oprawki, wymienne głowice, trzpienie i redukcje, jest skutecznym sposobem na znalezienie optymalnego narzędzia do konkretnej aplikacji. Cechami wyróżniającymi nowy, modułowy system ISCAR NEOSWISS są szybko wymienne głowice z płytkami do toczenia, rowkowania, przecinania oraz gwintowania na obrabiarkach typu automaty szwajcarskie (rys. 3). System ten umożliwi wymianę głowic oraz płytek bezpośrednio w przestroni roboczej obrabiarki.

Aby być na bieżąco w dzisiejszych czasach, firma ISCAR kładzie nacisk na narzędzia obrotowe z wymiennymi główkami – takie jak linie MULTI MASTER oraz CHAM-IQ-DRILL – wyróżniające się minimalnym czasem przezbrojenia oraz brakiem potrzeby wprowadzania korekt



Rysunek 4. NEOITA – narzędziowy doradca, system dostępny na telefony i tablety

narzędziowych, co przekłada się na redukcję przestojów maszyny i wysoką powtarzalność. Modułowa koncepcja linii narzędziowych firmy ISCAR ułatwia dostosowanie konfiguracji narzędzi.

Cyfrowe narzędzia firmy ISCAR odnotowują właśnie swój znaczący wzrost funkcjonalności na rynku. Szkielet tego wirtualnego środowiska tworzą: rysunki 2D i 3D, możliwość wygenerowania złożów narzędzi, zaawansowany katalog elektroniczny oraz dodatkowe aplikacje internetowe. „Elektroniczny doradca” – znany jako NEOITA – pozwala na wys-

zkanie optymalnego narzędzia do aplikacji. Na bazie analizy inżynierskich i wiedzy ekspertów system ten generuje zestaw efektywnych rozwiązań z podanymi parametrami skrawania, obliczeniem ilości usuwanego materiału, sił skrawania itd. oraz daje bezpośredni dostęp do katalogu elektronicznego, określenia zużycia płytek i dużo więcej.

Nowa, responsywna aplikacja przeniosła NEOITA na urządzenia przenośne. Dzięki technologii danych w chmurze NEOITA jest dostępna 24/7 i w wielu językach (rys. 4). ■

ISCAR Poland Sp. z o.o. / 40-432 Katowice / ul. Gospodarcza 14
 tel. + 48 (32) 735 77 00 / fax + 48 (32) 735 77 01 / iscar@iscar.pl / www.iscar.pl



Więcej informacji u naszych lokalnych przedstawicieli:

Bielsko-Biała 605 613 988 601 542 856	Bydgoszcz 661 961 116 693 658 747	Elbląg 603 784 606	Gliwice 663 774 603	Jarocin 665 912 277	Kalisz 693 339 246 693 658 717 723 610 041	Kielce 603 701 192	Kraków 601 571 171	Krotoszyn 721 550 075
Nowy Sącz 721 348 885	Krosno 601 547 727	Poznań 601 519 322	Sędziszów Małopolski 785 204 255	Rzeszów 723 610 041	Szczecin 601 328 355	Warszawa 601 383 431	Wrocław 691 394 448 601 542 821 723 140 231	Zawiercie 603 780 920

ST CM

Salon Technologii
Obróbki Metali

28-31.03.2023
Kielce

Zarejestruj się
i odbierz darmowy bilet na
stom.targikielce.pl



Godziny otwarcia ekspozycji:

28.03.2023 r.: 9.00-17.00

29.03.2023 r.: 9.00-17.00

30.03.2023 r.: 9.00-17.00

31.03.2023 r.: 9.00-15.00

TOOL • BLECH & CUTTING • ROBOTICS
LASER • FIX • SPAWALNICTWO • TEIA
DNI DRUKU 3D • KIELCE FLUID POWER
CONTROL-STOM • EXPO SURFACE



[/showcase/
stom-metal-processing-fair/](https://www.linkedin.com/showcase/stom-metal-processing-fair/)

Maksymalna produktywność w obróbce dłutowania:

Knoth Metallwaren konsekwentnie stawia na rozwiązania Schwanog

Średniej wielkości firma Knoth Metallwaren została założona w 1955 roku i przez ponad 65 lat pomyślnego rozwoju firmy wyspecjalizowała się w produkcji kompleksowych części tocz-

zarządzającego oraz zespół około 20 doświadczonych pracowników.

Knoth Metallwaren skoncentrował się na dwóch głównych obszarach kom-

nego, a także podzespołów wraz z montażem. Przy czym firma jest otwarta na wszystko. Produkuje części z dowolnego pożądanego materiału, ze wszystkimi powierzchniami i obróbką cieplną, w pełni zmontowane i spakowane dostarczane są bezpośrednio do klienta. Każdego roku produkuje się około 3 milionów części, przeważnie w małych seriach od 500 do 5000 sztuk.

Jedną z tajemnic sukcesu firmy jest gotowość ciągłego inwestowania w najnowsze technologie i procesy produkcyjne, aby zagwarantować wszystkim klientom maksymalną produktywność.

Obowiązuje tu zasada – im bardziej złożone zadanie, tym wyraźniejsza korzyść dla klienta. Najlepszy przykład: Klient wymaga podzespołu z kilku



Od lewej: Andreas Bornbaum, Andreas Pfeifer oraz Christian Combe

nych z najwyższą precyzją. W 2016 roku Kerstin Combe, wnuczka założyciela firmy, została jedynym udziałowcem firmy, wspierana przez swojego męża Christiana Combe jako dyrektora

petencji. Produkcja kompleksowych części toczonych według specyfikacji klienta, głównie dla przemysłu hydraulicznego i elektromagnesów oraz przemysłu lotniczego i aeronautycz-



**Schwanog Siegfried
Güntert GmbH**
Łukasz Kuciński
Niedereschacher Str. 36
78052 VS-Obereschach
Tel: +48 606 177 025
lukasz.kucinski@schwanog.com
www.schwanog.com





Gotowy detal z sześciokontem wewnętrznym

Obejmuje to kompletną obróbkę na maszynie z gotowym elementem z pręta bez obróbki końcowej, brak konieczności dalszej obróbki na dodatkowej maszynie, produkcję aż do odcięcia i dużą elastyczność w doborze materiałów.

Prezes zarządu Christian Combe jest entuzjastycznie nastawiony: *Bardzo cenimy sobie współpracę, ponieważ zostały opracowane kompletne procesy. Nie jest wymagana dalsza obróbka na innych maszynach. Dzięki narzędziom SCHWANOG osiągnięto najwyższą wydajność*

Ponadto pan Bornbaum jest zawsze natychmiast na miejscu, gdy pilne projekty są w toku, podobnie jak Armin Jaud z zaplecza technicznego firmy SCHWANOG.

Pan Pfeifer, jako ustawiacz maszyn, któremu bezpośrednio powierzono zastosowanie narzędzi SCHWANOG, podkreśla wysoką jakość rozwiązań

części toczonych i standardowych wraz z raportem pomiarowym wykonania prototypowego, oznakowaniem stemplem, obróbką powierzchniową i ciepłą oraz specjalnym opakowaniem. Wszystko zostało dostarczone na czas i z niezawodną jakością.

Żaden problem – dzięki autoryzacji TÜV do ponownego znakowania zgodnie z DIN 13401, certyfikacji zgodnie z DIN ISO 9001 i maksymalnej niezawodności procesu.

Dwie firmy, kierujące się najwyższym poziomem orientacji na klienta

Wysoka orientacja na klienta jako solidny filar filozofii przedsiębiorstwa Knoth Metallwaren bardzo dobrze pasuje do cech charakteryzujących firmę SCHWANOG. I prawdopodobnie było tylko kwestią czasu, zanim SCHWANOG stanął się dostawcą wysoce wydajnych rozwiązań narzędziowych dla Knoth Metallwaren. Od 2017 roku Andreas Bornbaum doradza firmie jako techniczny przedstawiciel handlowy i był w stanie zapewnić znaczny wzrost produktywności w zastosowaniach dłutowania.



Narzędzie do dłutowania 6-kątów z płytką wymienną firmy Schwanog

Dłutowanie kół zębatach i sześciokątów z imponującą wydajnością

Firma Knoth stosuje w produkcji rozwiązania narzędziowe SCHWANOG do dłutowania kół zębatach wewnątrz i na zewnątrz, jak również wykonywania sześciokątów jako obróbka wewnętrzna. Te narzędzia SCHWANOG sprawdziły się w niezliczonych zastosowaniach na całym świecie, a ich zalety przekonały również firmę Knoth.

SCHWANOG oraz wsparcie udzielane przez pana Bornbauma.

Razem w przyszłość

W związku z udaną współpracą, która trwa już ponad 5 lat, Christian Combe mówi, że SCHWANOG jest zawsze włączany do nowych projektów. Dla Andreasa Bornbauma współpraca z Knoth Metallwaren jest najlepszym przykładem tego, jak dwie średniej wielkości firmy mogą wspólnie sprostać wielkim wyzwaniom rynku. ■

Ocena cech wizualnych zgrzein połączeń zakładkowych

PAWEŁ LONKWIC, IRENEUSZ USYDUS *

W artykule przedstawiono badania, których celem była ocena jakościowa zgrzein punktowych złączy zakładkowych wykonanych przy zmianie parametru natężenia prądu. Wykonane zgrzeiny poddano pomiarom geometrycznym za pomocą mikroskopu różnicowania ogniskowego, prześwietleniom RTG oraz ocenie wytrzymałościowej poprzez ich zrywanie. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zmiana nawet tylko jednego parametru zgrzewania może znacząco wpływać na jakość uzyskanych zgrzein, co w niektórych wyrobach może powodować wzrost kosztów produktów finalnych.

Wstęp

Zgrzewanie oporowe zarówno punktowe jak i liniowe wykorzystywane jest w wielu branżach oraz przedsiębiorstwach. Rozwój tej technologii przyczynił się do wzrostu liczby produkowanych detali z uwagi na krótki czas operacji a także dzięki możliwości łączenia materiałów tzw. jednoimiennych oraz dwuimiennych, czyli elementów o różnych grubościach.

W artykule opisane zostały wyniki badań własnych jednoimiennych zakładkowych złączy zgrzewanych. Analizie poddano połączenia wykonane z blachy stalowej w gatunku S235. W ramach badań wykonano pomiary geometryczne zgrzein za pomocą suwmiarki oraz mikroskopu różnicowania ogniskowego Alicona. Wykonano ich prześwietlenia rentgenowskie oraz dokonano zrywania próbek na maszynie wytrzymałościowej. Ocenie

poddano wpływ natężenia prądu zgrzewania na jakość wizualną zgrzein.

Przegląd literatury

Zgrzewanie oporowe będące technologią szeroko wykorzystywaną w wielu dziedzinach jest przedmiotem wielu badań oraz tematem licznych publikacji. Autorzy prezentują wyniki badań własnych nie tylko pod kątem łączenia materiałów, ale również prezentują własne konstrukcje zgrzewarek, przeznaczonych do łączenia wybranych materiałów lub elementów o specjalnych kształtach oraz przeznaczeniu.

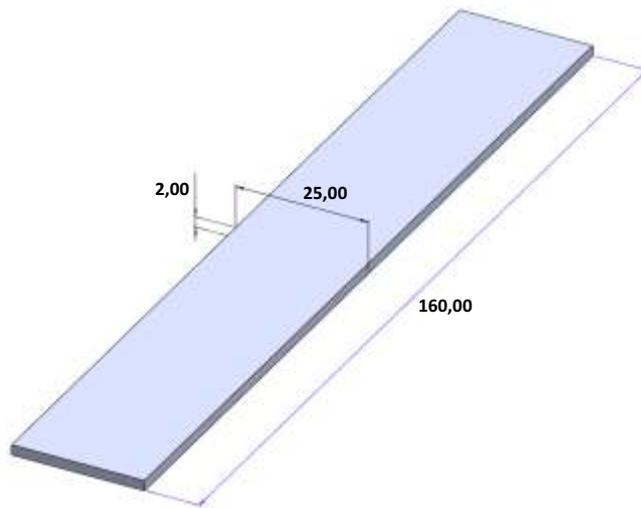
W artykule [1] przedstawiono szczegółową klasyfikację procesu zgrzewania oporowego oraz istniejące rozwiązania sprzętowe. Na podstawie przeprowadzonej klasyfikacji, wskazano metody zgrzewania będące szczególnie podatne na możliwości ich zrobotyzowania.

Opisano również stanowisko do badania drgań narzędzia w zrobotyzowanym procesie zgrzewania oraz przedstawiono wyniki badań w tym zakresie.

W kolejnej publikacji [3] porównano właściwości połączeń wykonanych metodą klinczowania oraz punktowego zgrzewania oporowego. Do badań wykorzystano blachy stalowe w gatunkach: HCT600X+ZF, HCT600X+Z oraz HX420LAD+Z. Wyniki prób wytrzymałości złączy wykazały, że nośności złączy klinczowanych zawierały się w zakresie od 3900 N do 5900 N, a złączy zgrzewanych – od 12000 N do 19500 N.

W publikacji [4] opisano punktowe zgrzewanie tarciove z przemieszaniem, będące jedną z najnowocześniejszych metod łączenia metali i ich stopów w stanie stałym. Możliwość łączenia elementów wykonanych ze stopów aluminium pozwala na stosowanie tej metody przy produkcji struktur lotniczych przy jednoczesnym zmniejszeniu pracochłonności, kosztów i ich ciężaru, zachowując porównywalne lub lepsze parametry wytrzymałościowe w porównaniu do klasycznych metod łączenia. Stwierdzono, że zapewnienie stałości parametrów użyt-

* Dr inż. Paweł Lonkwic, plonkwic@gmail.com, mgr inż. Ireneusz Usydus, PWSZ Chełm, Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa, ul. Poczтовая 54, 22-100 Chełm.



Rys. 1. Wymiary próbek stalowych użytych do badań [6]

wykorzystania. W badaniach użyto materiały w formie blachy stalowej S235, natomiast ocena złączy była wykonana na podstawie testów przeprowadzonych na maszynie wytrzymałościowej.

Autorzy w artykule [7] zaprezentowali wyniki badań, w których porównywali wartości naprężeń wewnętrznych w szynach kolejowych i w zgrzewanych połączeniach tych szyn. Badali przebieg naprężeń w złączach szynowych po zgrzewaniu oraz po badaniach zmęgniowych tych połączeń. W badaniach zastosowali tensometryczną metodę niszczącą według normy PN EN 13674-1:2011+A1:2017. Do badań użyto szyny wykonane ze stali R260 oraz R350HT.



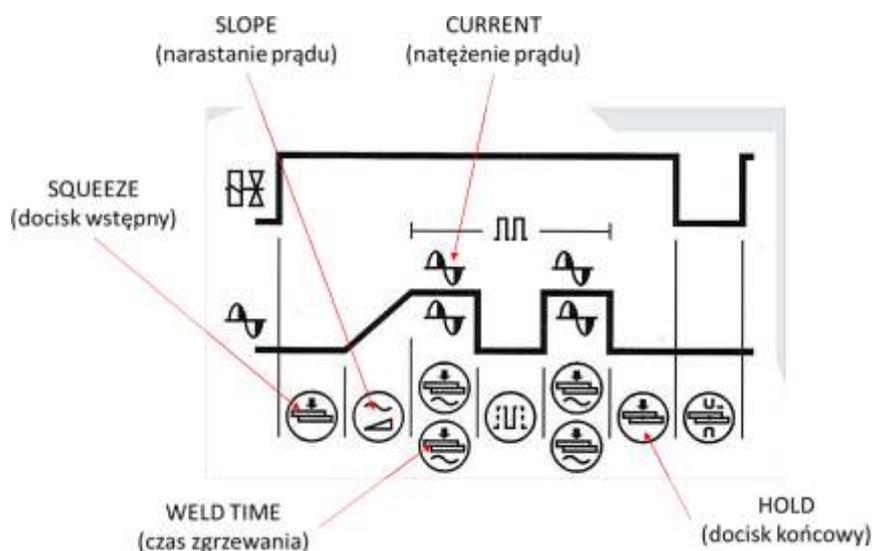
Rys. 2. Schemat przygotowania próbek do oceny ich wytrzymałości [6]

kowych połączeń wymaga jednak precyzyjnego doboru parametrów procesu zgrzewania, tj.: prędkości obrotowej narzędzia, zagłębienia narzędzia oraz czasu zgrzewania. W artykule zaprezentowano wyniki badań procesu zgrzewania blach aluminiowych 7075-T6 o grubościach 0,8 i 1,8 mm. Testy zgrzewania przeprowadzono na przeznaczonej do tego celu maszynie, natomiast badania wytrzymałościowe obejmowały statyczną próbę ścinania. W końcowej części artykułu dokonano analizy porównawczej nośności połączenia i budowy spoiny uzyskanej tą metodą ze zgrzeiną wykonaną metodą zgrzewania oporowego.

W artykule [5] zaprezentowano prototypowe stanowisko badawcze oraz technologię łączenia kompozytu Litecor® ze stalą DP600. Zasada łączenia dwóch, różnych materiałów realizowana była w dwóch etapach. Pierwszy etap polegał na usunięciu nieprzewodzącej warstwy polimeru ze strefy zgrzewania i stworzeniu odpowiedniego styku elektrycznego do zgrzewania oporowego. Drugi zaś był klasycznym punktowym zgrzewaniem rezystancyjnym. Wykonane złącza były poddane badaniom makrograficznym, wytrzymałościowym, ultradźwiękowym oraz topograficznym.

W publikacji [6] Autorzy zaprezentowali wyniki badań własnych, w których dokonali zgrzewania materiałów powszechnie uznawanych za tzw. złom użytkowy, czyli materiałów pokrytych korozją powierzchniową, które w praktyce są używane do produkcji niektórych produktów. Badania były wynikiem współpracy z przemysłem w aspekcie oszczędności materiału i możliwości jego dalszego

W publikacji [8] zaprezentowano modelowanie procesu zgrzewania punkowego. Wyniki uzyskane na podstawie opracowanego modelu porównano z wynikami badań eksperymentalnych. Przeprowadzone symulacje procesu zgrzewania były wynikiem potrzeb uzyskania odpowiednich parametrów wytrzymałościowych złączy poprzez dobór właściwych parametrów technologicznych.



Rys. 3. Cykl zgrzewania na zgrzewarce oporowej TECNA [2]

Autorzy w publikacji [9] opisali teorię zgrzewania punktowego oraz budowę typowych zgrzewarek, a także przeprowadzili dyskusję na temat wpływu ich konstrukcji na jakość zgrzein. Głównym tematem opracowania jest proces projektowania oraz budowy zgrzewarki punktowej służącej do zgrzewania ogniw akumulatorowych. Wykorzystując opracowane urządzenie, Autorzy przeprowadzili testy i opisali ich wyniki zrealizowane przy różnych obciążeniach uzwojenia wtórnego oraz zgrzewania punktowego, obejmującego zgrzewanie taśm stalowych używanych do łączenia ogniw.

W artykule [10] Autorzy opisali połączenia zgrzewane punktowo stosowane w budowie karoserii nowoczesnych pojazdów samochodowych. Zaprezentowali wyniki badań, do których wykorzystali metodę ultradźwiękową, wykonanych połączeń przy różnych wartościach prądu zgrzewania. Wykorzystano głowice ultradźwiękowe o częstotliwości 20 MHz z wodną linią opóźniającą. Wykonane połączenia poddano weryfikacji badaniami niszczącymi, jakimi była próba ścinania na maszynie wytrzymałościowej oraz pomiar średnicy jądra zgrzeiny.

W publikacji [11] Autor dokonał przeglądu podstawowych gatunków stopów tytanu pod kątem specyfiki ich łączenia. Opisał te metody, poczynając od najbardziej rozpowszechnionych, takich jak: GTA, GMA, wiązką elektronów, do rzad-

ko stosowanych, takich jak: lutozgrzewanie, łączenie wybuchowe i dyfuzyjne. W podsumowaniu zawarł wskazówki oraz zalecenia dotyczące specyfiki łączenia stopów Ti wybranymi metodami.

Z przedstawionego skrótego przeglądu literatury wynika, że Autorzy publikacji prezentują wyniki badań zarówno pod kątem łączonych materiałów, ale również własne konstrukcje zgrzewarek przeznaczonych do łączenia różnych materiałów lub elementów o specjalnych kształtach lub przeznaczeniu. Nie analizują natomiast efektów łączenia w aspekcie estetycznym

Badania własne

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu parametru zgrzewania punktowego na jakości zgrzein. Do tego celu przygotowano płaskowniki z blachy stalowej pokazane na rysunku 1 w gatunku S235, o wymiarach $2 \times 25 \times 160$ mm.

Próbki, pokazane na rysunku 2 zostały wykonane jako połączenie zakładkowe z zakładką o długości 25 mm, na końcach których przymocowane były dokładki 2 pozwalające na prawidłowe (osiowe) uchwycenie próbek w szczękach maszyny wytrzymałościowej.

Ponieważ, w procesie produkcyjnym jakość zgrzein uzyskiwana jest zazwyczaj tylko zmianą natężenia prądu zgrzewania, w niniejszych badaniach również przyjęto taką metodykę.

W badaniach użyta została zgrzewarka oporowa firmy TECNA typu TE90 Mark II, w której istnieje możliwość zmiany parametrów zgrzewania w obszarze jednego cyklu roboczego. Jego schemat pokazano na rysunku 3, a wynika z niego, że w cyklu zgrzewania regulowane mogą być następujące parametry:

- docisk wstępny (SQUEEZE), parametr regulowany przez użytkownika;
- narastanie prądu (SLOP), parametr regulowany przez sterownik urządzenia, bez możliwości regulacji przez użytkownika;
- natężenie prądu (CURRENT), parametr regulowany przez użytkownika;
- czas zgrzewania (WELD TIME), parametr regulowany przez użytkownika;
- docisk końcowy (HOLD), parametr regulowany przez użytkownika.

Próbki oznaczone jako A, B, C, D oraz E poddano zgrzewaniu z parametrami o wartościach zawartych w Tabeli 1. Zgodnie z przyjętą metodyką, zmianie ulegał tylko parametr prądu (CURRENT).

Na rysunku 4 pokazano uzyskane zgrzeiny, których wstępna ocena wizualna wykazała, że na ich geometrię ma wpływ zmiana wartości przejętego parametru.

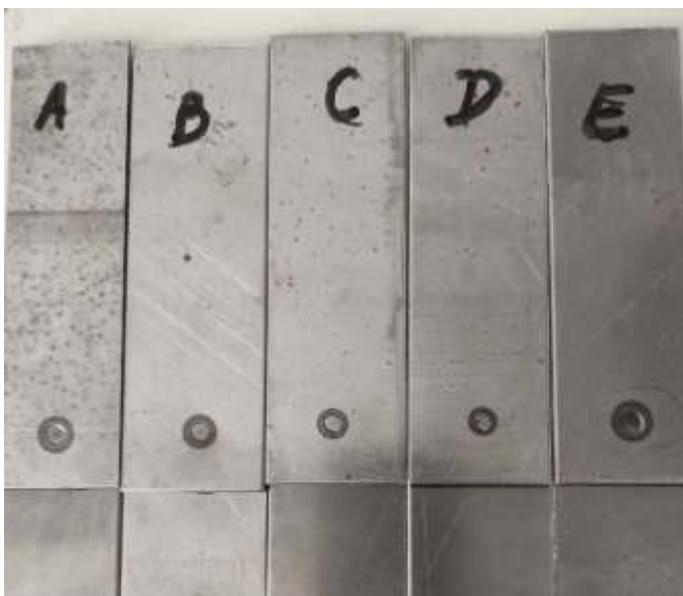
Tak przygotowane próbki zostały poddane dalszym badaniom mającym na celu pozyskanie bardziej szczegółowej wiedzy dotyczącej jakości wykonanych zgrzein oraz ich wytrzymałości. W tym celu wykonano:

- pomiary geometrii,
- pomiary głębokości,
- prześwietlenia RTG,
- zrywanie na maszynie wytrzymałościowej w celu określenia ich wytrzymałości.

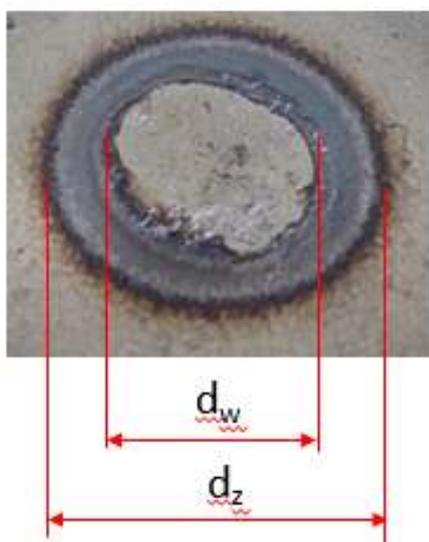
Ocena wizualna i pomiary geometrii zgrzein

Wraz ze wzrostem natężenia prądu, zaobserwowano wzrost wymiarów strefy przepalenia. Za pomocą suwmiarki dokonano pomiarów średnicy przypalenia d_z oraz średnicy zgrzeiny d_w w najszerszym jej miejscu – rysunek 5.

Podczas oceny wizualnej zaobserwowano również zmienną głębokość zgrzeiny h . Pomiarów tego parametru doko-



Rys. 4. Poszczególne próbki uzyskane w procesie zgrzewania z wybranymi parametrami



Rys. 5. Sposób pomiaru wymiarów zgrzeiny: d_z – średnica strefy przypalenia, d_w – średnica zgrzeiny

nano za pomocą głębokościomierza względem powierzchni płaskownika będącego próbką, a zaobserwowanym największym zagłębieniem zgrzeiny. Dane z pomiarów zebrane zostały w Tabeli 2. Wynika z nich, że wraz ze wzrostem parametru CURRENT, wzrastają: średnica przypalenia d_z , średnicy zgrzeiny d_w oraz głębokość zgrzeiny h .

Topografia zgrzein w aspekcie ich głębokości

W celu określenia dokładniejszej topografii zgrzein, wykonano skanowanie przygotowanych próbek za pomocą mikroskopu różnicowego ogniskowego Alicona InfiniteFocus z obiektywem o 5-krotnym powiększeniu posiadającym rozdzielczość pionową o wartości $0,25\mu m$ oraz poziomą – $0,40\mu m$.

Pokazane na rysunku 6 skany poszczególnych zgrzein posłuży do sporządzenia wykresów wybranych próbek, pokazanych na rysunkach 7 i 8 obrazujących dokładne wartości ich zagłębienia w odniesieniu do płaszczyzny materiału płaskownika.

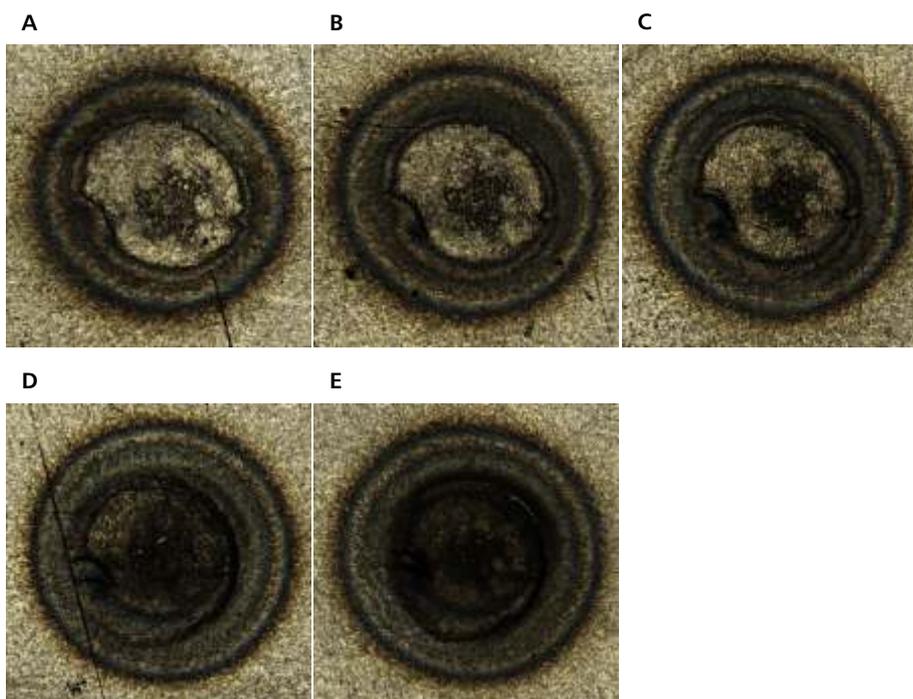
Zaprezentowane na rysunkach 7 i 8 szczegółowe topografie wskazują, że nacisk elektrody wraz z upływem czasu docisku w obrębie jednego cyklu powoduje nie tylko zagłębienie jeziorka (kolor różowy), ale również powstawanie wypłytki (kolor czerwony w żółtym polu), co jest spowodowane niedokładnością kształtu końcówki elektrody, która do

Tabela 1. Wartości parametrów zgrzewania poszczególnych próbek

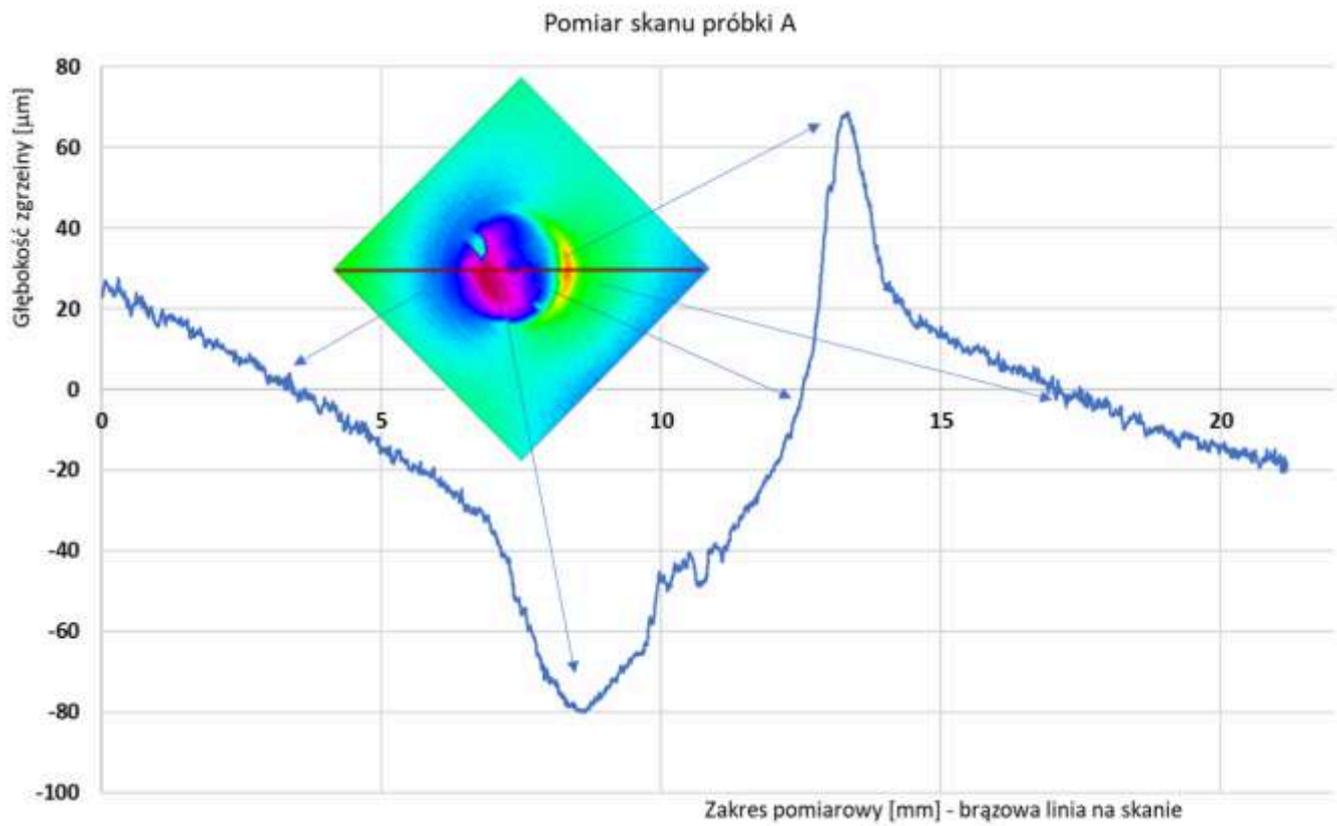
Parametr	Oznaczenie próbki				
	A	B	C	D	E
SQUEEZE	20	20	20	20	20
SLOPE	—	—	—	—	—
WELD TIME	24	24	24	24	24
CURRENT	40	45	50	55	60
HOLD	16	16	16	16	16
Teoretyczny czas cyklu	1,36	1,44	1,52	1,6	1,68

Tabela 2. Wyniki pomiarów geometrycznych cech zgrzeiny

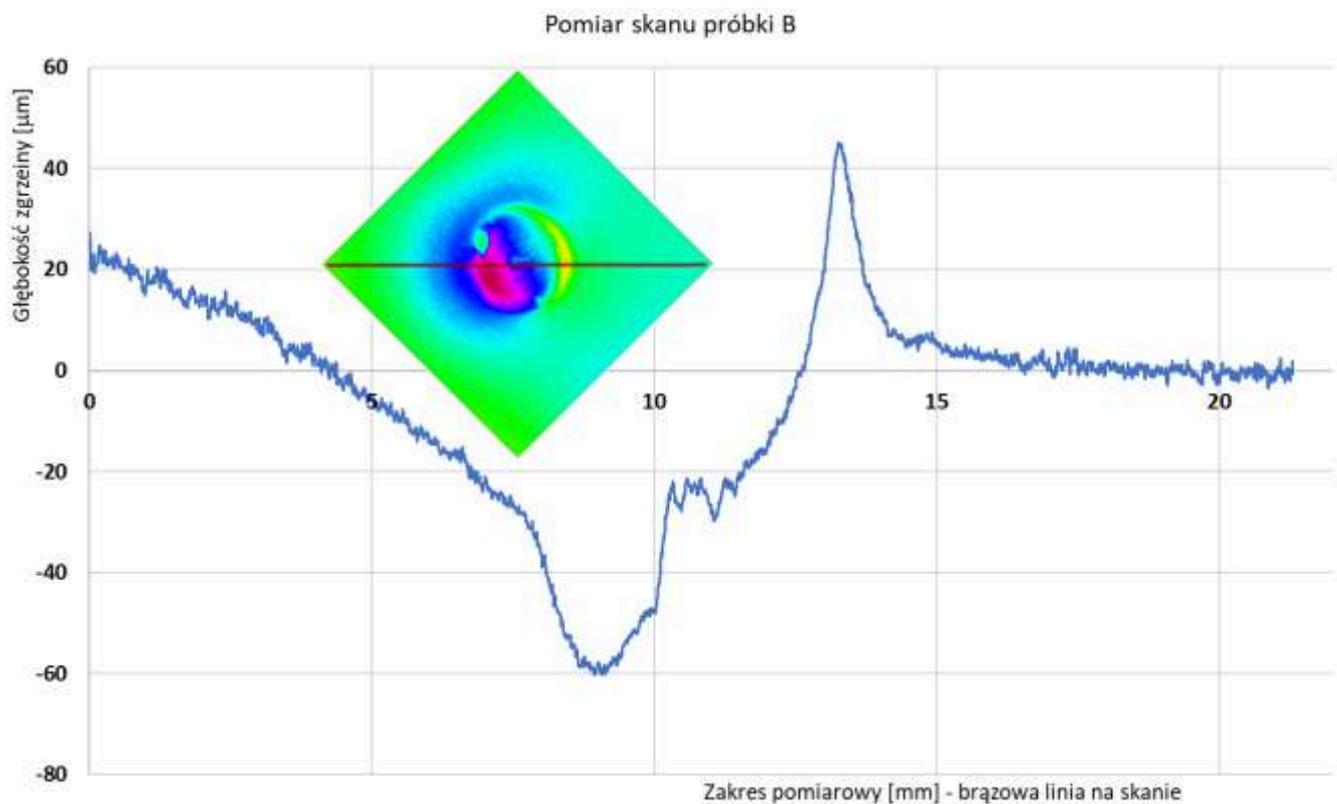
PRÓBKĄ		A	B	C	D	E
STREFA PRZEPALENIA	d_z [mm]	8,07	8,65	9,45	10,6	11,3
JEZIORKO	d_w [mm]	5,22	5,3	5,38	6,15	7,01
GLĘBOKOŚĆ	h [mm]	0,01	0,03	0,05	0,12	0,23



Rys. 6. Skany poszczególnych zgrzein



Rys. 7. Topografia zagłębienia zgrzeiny A



Rys. 8. Topografia zagłębienia zgrzeiny B

badania nie była w żaden sposób korygowana.

Prześwietlenie RTG zgrzein

Kolejnym etapem badań, było wykonanie prześwietleń RTG (pokazanych na rysunku 9), które wykonano na mikrotomografie komputerowym GE vtomxs z następującymi parametrami:

- czas prześwietlania 500 ms,
- napięcie 130 kV,
- natężenie 100 μ A.

Cechą charakterystyczną prześwietlanych próbek jest jasny punkt nazywany w literaturze „kometką”. Jest on widoczny na rysunkach 9A-9C, natomiast na rysunkach 9D oraz 9E – nie jest wi-

doczny. W literaturze dotyczącej zgrzewania punktowego nie znaleziono jasnych przesłanek wskazujących na powstawanie kometki w odniesieniu do parametrów zgrzewania lub gatunku zgrzewanego materiału.

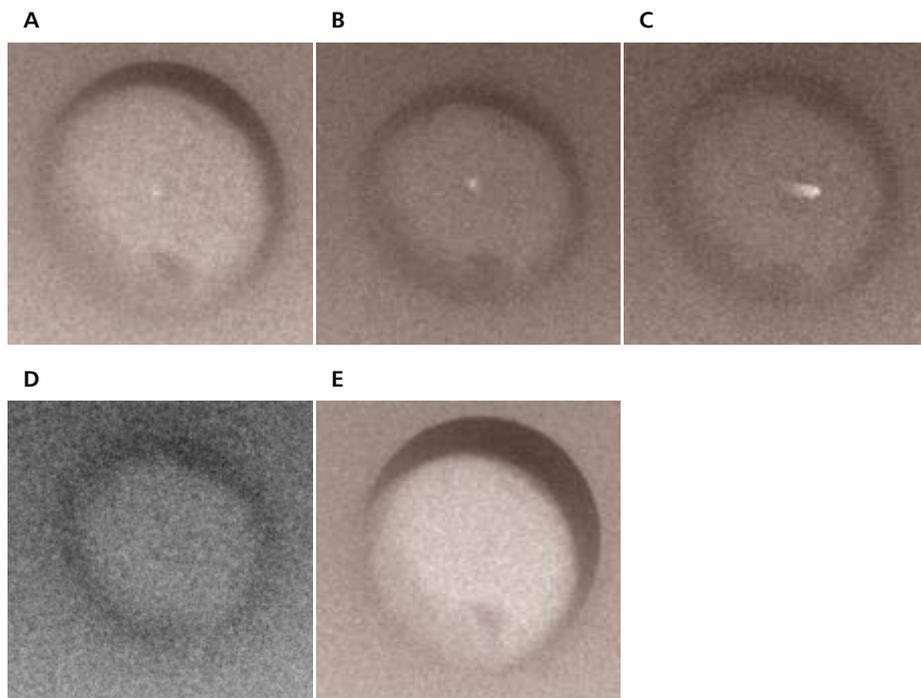
Wytrzymałość próbek

Ostatnim badaniem przygotowanych próbek było sprawdzenie ich wytrzymałości, które zostało przeprowadzone na maszynie wytrzymałościowej typu Hungta HT-2402s. Próby wykonano z prędkością 10 mm/min. Na rysunku 10 zaprezentowane wykresy zrywania natomiast na rysunku 11 pokazane zostały wybrane próbki po zakończonym procesie zrywania.

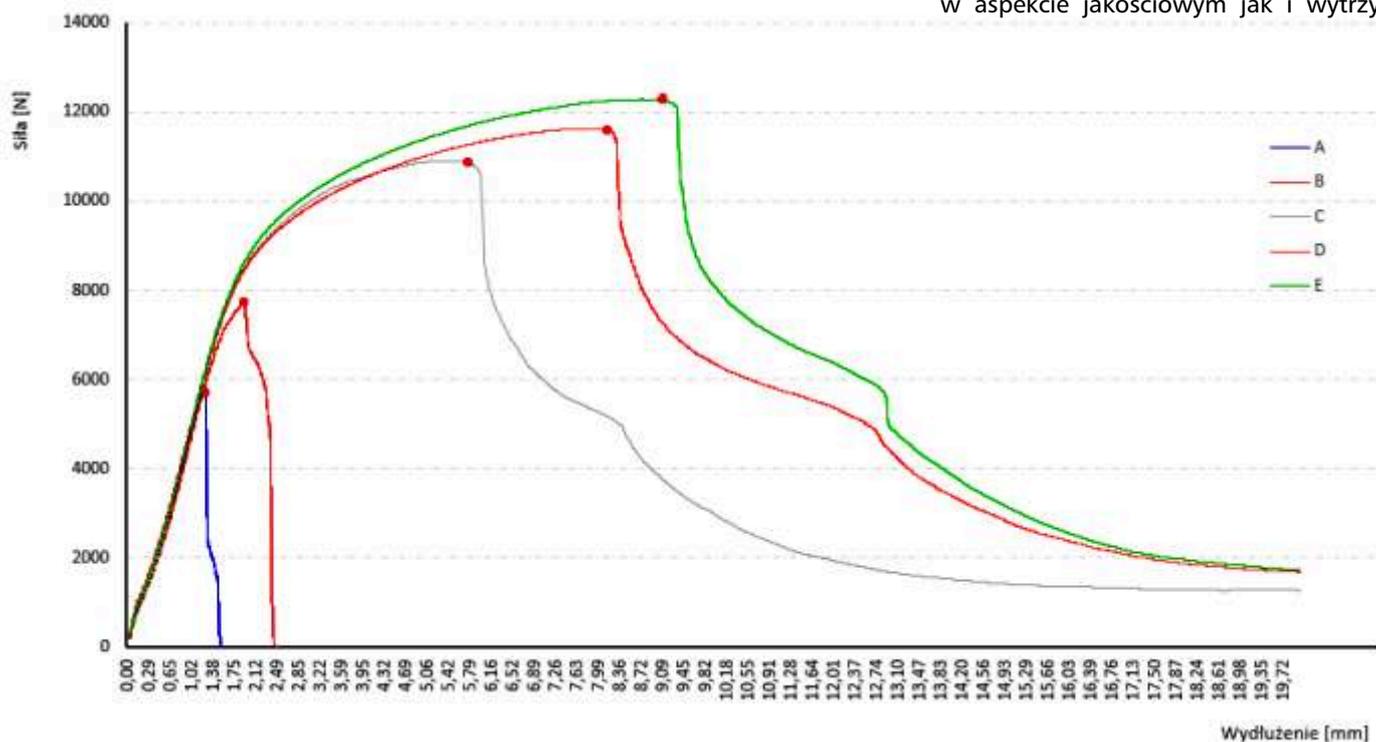
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wraz ze wzrostem parametru *CURRENT* zwiększa się średnia wartość siły zrywającej – wartości szczytowe zaznaczone zostały na rysunku 10 jako czerwone punkty. Na rysunku 12 pokazana została zależność uzyskanej siły zrywania w stosunku do zmierzonej średnicy zgrzeiny, co również potwierdza powyższe spostrzeżenie.

PODSUMOWANIE

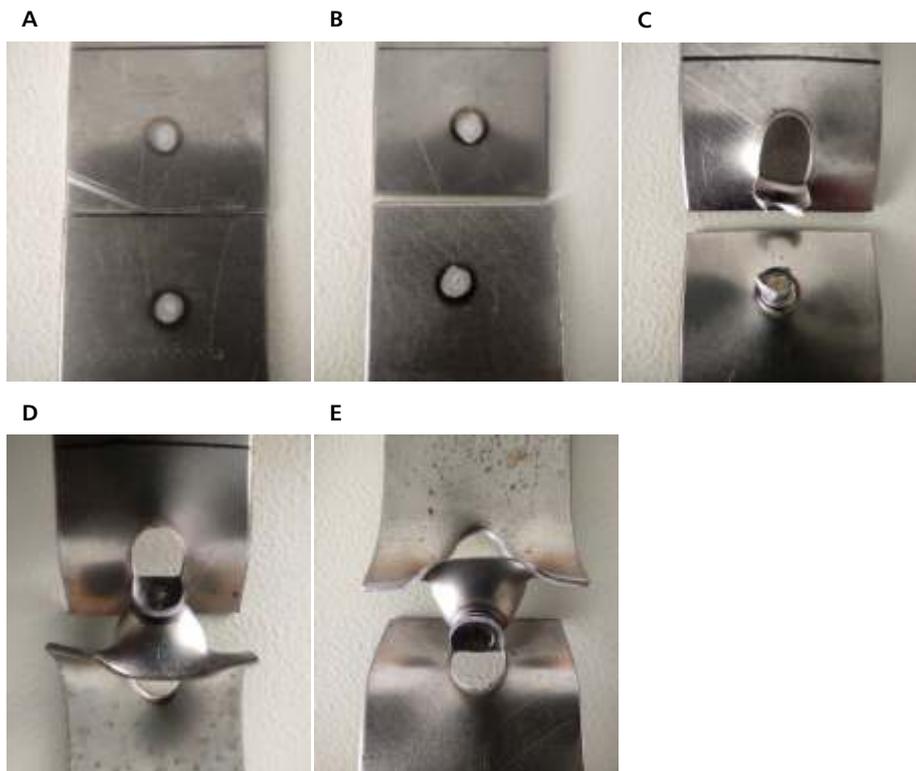
Zmiana tylko jednego parametru zgrzewania może, ale nie musi prowadzić do uzyskanie złej jakości spoiny, zarówno w aspekcie jakościowym jak i wytrzy-



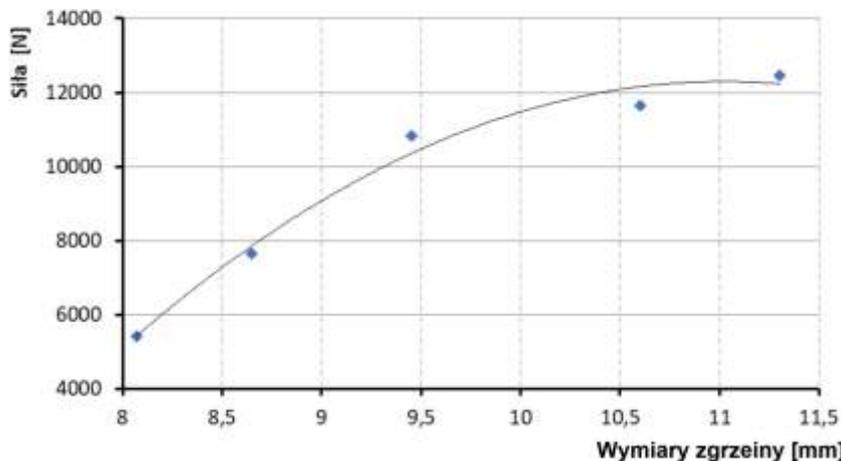
Rys. 9. Zdjęcia RTG poszczególnych zgrzein



Rys. 10. Zależność średniej wartości siły zrywania w funkcji wydłużenia



Rys. 11. Przykłady zerwanych próbek



Rys. 12. Zależność średniej wartości siły zrywania od średnicy zgrzeiny

małościowym. Złożoność tego procesu jest na tyle duża, że na jakość zgrzein ma wpływ wiele parametrów.

Mimo to, wykonane badania wykazały, że zmiana nawet jednego parametru może doprowadzić do pogorszenia walorów estetycznych zgrzein, a dalsze procesy maskowania tych miejsc mogą okazać się kłopotliwe oraz kosztowne.

W literaturze brakuje informacji dotyczących jakości wizualnej zgrzein, która w niektórych przypadkach stanowi ważny aspekt jakościowy wyrobu.

Zaprezentowany na rysunku 7 wykres topografii próbki A pokazuje, że powierzchnia zgrzeiny nie jest płaska w całym jej zakresie pomiarowym. Miejsce centralne zgrzeiny (kolor różowy) obrazuje miejsce zagłębienia powstałego wskutek docisku szczęk. Z prawej strony kolorem czerwonym, zaznaczona została wypływka będąca wynikiem przemieszczenia uplastycznionego materiału podczas docisku powodując, że wyrób gotowy prawdopodobnie będzie wymagać dodatkowych zabiegów poprawiających walor wizualny zgrzeiny.

Wykonane prześwietlenia RTG zgrzein, uwiarydliwiły białe obszary w środkowej części, nazywane w niektórych opracowaniach „kometkami”. Z uwagi na brak wzmianek w literaturze na ten temat, należałoby przeprowadzić dodatkowe badania dotyczące genezy ich powstawania oraz ich wpływu na cechy połączenia.

Literatura

1. Borys S.: Badanie drgań narzędzia w zrobotyzowanym procesie zgrzewania. *Mechanik* vol. 89, nr 7/2016, s. 646-647.
2. Instrukcja użytkownika zgrzewarki oporowej firmy TECNA.
3. Kašěák L., Cmorej D., Spišák E., Slota J.: Joining the High-Strength Steel Sheets Used in Car Body Production. *Advances in Science and Technology. Research Journal*, Vol. 15, No. (1)/2001, s. 184-196.
4. Kluz, R., Kubit, A., Wydrzyński, D.: Zgrzewanie punktowe blach ze stopu aluminium 7075-T6. *Technologia i Automatyka Montażu*, nr 2/2017, s.56-60.
5. Kustroń P., Korzeniowski M., Piwowarczyk T., Sokołowski P.: Zgrzewanie hybrydowe kompozytów MPC z polimerową warstwą nieprzewodzącą. *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach*, Vol. 65, nr 4/2021, s. 33-40.
6. Lonkwic P., Usydus I.: Zgrzewanie oporowe w praktyce inżynierskiej. *Obróbka Metalu* nr 2/2022, s. 47-53.
7. Miłkaszewicz I., Siwiec J.: Badanie naprężeń wewnętrznych w złączach zgrzewanych szyn kolejowych. *Problemy Kolejnictwa*, z. 185/2019, s. 31-37.
8. Motyka M., Wróbel I.: Analiza MES procesu zgrzewania elektrycznego oporowego. doi: <https://doi.org/10.53052/9788366249837.17>, s. 193-209.
9. Smolarski A., Wesołowski M.: Konstrukcja i badania transformatorowej oporowej zgrzewarki punktowej. *Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania*, Vol. 62, nr 12/2021, s. 26-34.
10. Strumiński Z., Ulbrich D., Kowalczyk J., Stępak D.: Ultradźwiękowa ocena połączeń zgrzewanych punktowo. *Badania Nieniszczące i Diagnostyka* nr 4/2018, s. 20-23.
11. Szulc T.: Welding methods of joining titanium alloys. *Stal, Metale & Nowe Technologie*, nr 11-12/2021, s. 39-42. ■



DIA  **EDGE**

**EKONOMICZNA
I EFEKTYWNA GŁOWICA
FREZARSKA O NISKICH
OPORACH SKRAWANIA**



WSX445



MP7140

DO OBRÓBK ZGRUBNEJ
STALI NIERDZEWNEJ



MP9130

DO OBRÓBK
ZGRUBNEJ HRSA



MX3030 / 3020 WIPER
DO OBRÓBK
WYKAŃCZAJĄCEJ



GEOMETRIA
DOUBLE-Z

Innowacyjna geometria Double Z - pozytywny osiowy kąt natarcia 26° zapewnia niski opór skrawania.
Idealne narzędzie do maszyn o dużej i małej mocy.
Ekonomiczne płytki dwustronne - 8 krawędzi skrawających i duża głębokość skrawania 5mm.
Szeroki zakres zastosowań dzięki gatunkom MP7140, MP9130 i MX3020/3030.
Dostępne średnice - $\varnothing 40 \div \varnothing 200$



Przemysłowa Wiosna 2023 zapowiada się niezwykle spektakularnie!

Tradycyjnie przemysłowy cykl spod znaku STOM z wydarzeniami towarzyszącymi odbędzie się w pierwszym kwartale roku. Tym razem jednak wystawcy i ich goście mogą liczyć nie na trzy, ale na cztery targowe dni.

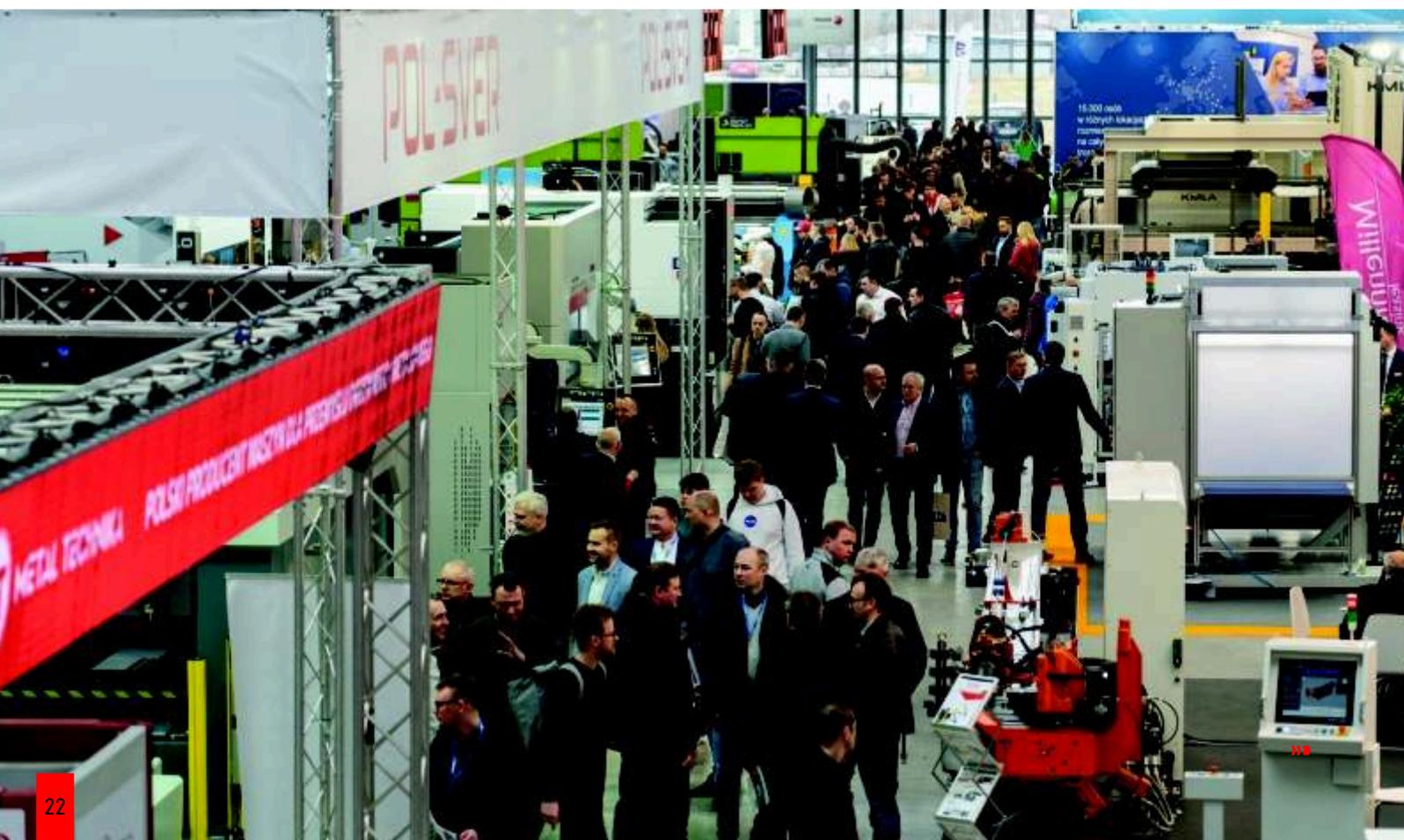
Ponad 500 wystawców, kilkaset pracujących maszyn, wypełnione wszystkie 7 hal kieleckiego ośrodka – Przemysłowa Wiosna 2023 zapowiada się niezwykle spektakularnie. Czego oprócz biznesowych rozmów mogą oczekiwać goście Targów STOM? Salon Technologii Obróbki Metali słynie z dynamiki prezentacji. Nie inaczej będzie w tym roku. Prezentacje nowoczesnych maszyn CNC, obrabiarek i frezarek, prezentacje urządzeń do formowania i obróbki blach, pokazy cięcia metali, laserów i technologii laserowych, pokazy spawalnicze oraz robotów przemysłowych, pokazy drukarek 3D – to

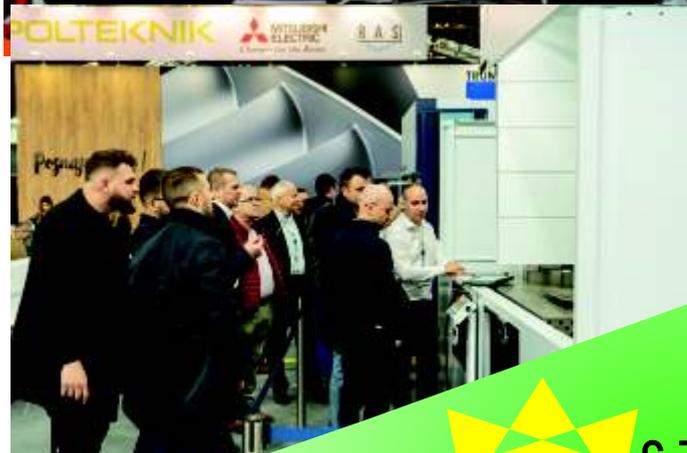
tylko kilka przykładów tego co będzie się działo w halach kieleckiego ośrodka.

Bogata ekspozycja, dynamiczne pokazy – idealnym uzupełnieniem tej oferty są merytoryczne spotkania z profesjonalistami, których z pewnością nie zabraknie także podczas najbliższej edycji cyklu. 29 marca 2023 r. odbędzie się seminarium metrologiczne organizowane przez Polską Unię Metrologiczną pt. *Nauka w biznesie – komercjalizacja wyników badań naukowych*. Będzie to już druga edycja organizowanego przez PUM seminarium w Kielcach. Z kolei Targom

Technologii Antykorozyjnych oraz Ochrony Powierzchni EXPO-SURFACE będą towarzyszyły, jak co roku wydarzenia organizowane przez portal „Lakiernictwo Przemysłowe”. Będzie to z pewnością wartościowa merytoryczno-praktyczna część wystawy.

Warto już dziś zarezerwować termin od 28 do 31 marca 2023 roku. [STOM-TOOL](#), [STOM-BLECH&CUTTING](#), [STOM-LASER](#), [STOM-ROBOTICS](#), [STOM-FIX](#), [COTROL-STOM](#), [KIELCE FLUID-POWER](#), [EXPO-SURFACE](#), [SPAWALNICTWO](#), [DNI DRUKU 3D](#), [TARGI TEiA](#) oraz [WIRTOPROCESY](#) czekają!





STOM
PRZEMYSŁOWA WIOSNA 2023
KIELCE

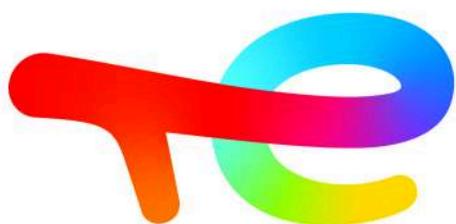


Folia



Rewolucja w obróbce metali

Przyjazna środowisku gama produktów Folia jest rewolucją w dziedzinie obróbki metali. Charakteryzuje się doskonałą smarnością oraz siłą chłodzenia, oferuje użytkownikom unikalne rozwiązanie do różnych operacji obróbczych.



TotalEnergies

Zdrowie, bezpieczeństwo i wydajność



Wykorzystując zaawansowane technologie, wprowadzamy na rynek pierwszą i jedyną ciecz do obróbki metali, która zastępuje standardowe chłodziwa wodorociekłalne produktem na bazie biopolimerów. Zapewnia lepszą wydajność obróbki metali oraz większe bezpieczeństwo pracy operatorów.



- Bezpieczniejsze komponenty
- Technologia wolna od boru
- Brak piktogramów CLP



- Brak zapachu
- Nie powoduje chorób skóry
- Nie pieni się
- Nie zaoleja maszyn i miejsc pracy



- Wydłużony czas pracy narzędzi
- Wydłużony czas pracy produktu
- Zmniejszona konsumpcja cieczy obróbczej
- Zwiększona produktywność



- Kompatybilna z olejami do prowadnic
- Nie pieni się
- Nie miesza się z olejami przeciekowymi

- Doskonale smarowanie i chłodzenie
- Długi czas pracy cieczy obróbczej

- Lepsza widoczność procesu obróbczego



Jest **Wiele** powodów, aby wybrać produkty z gamy **Folia**.



- Większa kompatybilność z uszczelnieniami / gumami

- Zmniejsza zużycie narzędzi obróbczych, co przekłada się na mniejsze koszty zakupu narzędzi obróbczych
- Pozwala zwiększyć obciążenie i prędkość cięcia

- Uniwersalna ciecz do szerokiego zakresu zastosowań

Specyfika procesu wytwarzania elementów o dużych gabarytach

JOACHIM GRÜNDER, MACIEJ MATUSZEWSKI, PETER OTTO, MICHAŁ STYP-REKOWSKI *

W artykule przedstawiono specyficzne cechy procesu produkcyjnego elementów o dużych gabarytach. Wskazano cechy specyficzne obróbki dużych elementów. Wnioski sformułowano na podstawie własnych badań autorów: eksperymentalnych i analitycznych.

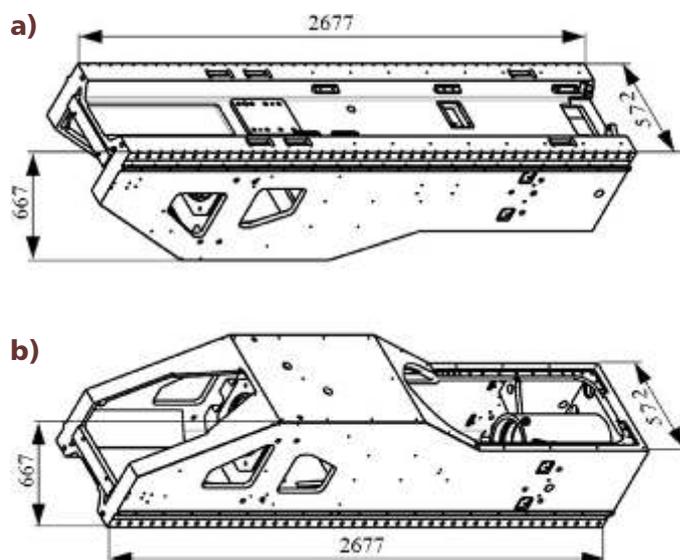
WPROWADZENIE

Jednoznacznej definicji która pozwalałaby zakwalifikować dany element do grupy wielkogabarytowych w literaturze źródłowej nie znaleziono. Są pewne propozycje w tym zakresie, np. [1], lecz nie stanowią one obowiązującej zasady. W wymienionej pracy przyjęto, że jako element wielkogabarytowy uznaje się taki, którego wszystkie trzy wymiary gabarytowe (długość, szerokość i wysokość) są większe niż 0,5 m. W szczególnych warunkach, np. dla elementów typu płyta lub tarcza, a więc elementów nie spełniających podstawowego kryterium, gdyż jeden z ich gabarytów jest zazwyczaj mniejszy niż 500 mm, przyjmuje się dodatkowo że powinno spełnione być drugie kryterium – objętościowe, tzn. że $V > 0,125 \text{ m}^3$.

Przedstawiony na rys. 1 korpus, będący obiektem opisanych w dalszej części artykułu badań, spełnia zatem obydwa kryteria. Należy przy tym zauważyć, że jego masa przed obróbką wynosiła ok. 1,0 Mg.

Dwa wymienione czynniki (gabaryty i masa) powodują, że proces wytwórczy elementów wielkogabarytowych (EWg) charakteryzuje się pewną specyfiką, nie obserwowaną podczas wytwarzania elementów o mniejszych wymiarach – standardowych.

* Prof. Dr-Ing. Joachim Gründer, prof. Dr-Ing. Peter Otto – Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden, Germany, dr hab. inż. Maciej Matuszewski – Politechnika Bydgoska, Wydział Zarządzania, prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski – Bydgoska Szkoła Wyższa, m.styprekowski@wp.pl.



Rys. 1. Postać konstrukcyjna i nominalne wymiary gabarytowe korpusu obrabiarkowego: a) widok z góry (pozycja pracy), b) widok z dołu

W tym miejscu można zauważyć, że pewnych elementów specyficznych można uniknąć już na etapie konstruowania, np. podzielić jeden duży element na kilka mniejszych. Długi jednolity wał można na przykład zastąpić wałem składającym się z kilku elementów. Często także korpusy wykonuje się w wersji dzielonej – rys. 2. W przypadku korpusu dzielonego przez osie główne – rys.2a, korzyści występują, przed



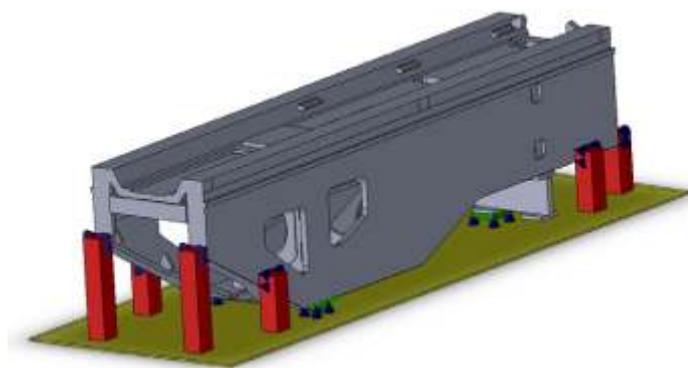
a)



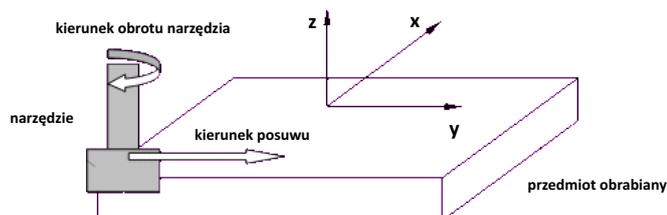
b)



Rys. 2. Przykłady korpusów dzielonych: a) z płaszczyzną podziału przechodzącą przez osie głównych otworów, b) zamykanego pokrywą



Rys. 3. Jeden z wariantów podparcia modelu korpusu podczas obróbki



Rys. 4. Układ współrzędnych przyjęty w badaniach oraz uwzględnione w nich wielkości

wszystkim s zakresie transportu, natomiast w drugim przykładzie – korpusu zamykanego pokrywą rys. 2b, korzyści polegają na łatwiejszym montażu. Należy jednak zauważyć, że każdy podział może stanowić przyczynę dodatkowych niedokładności wzajemnego usytuowania łączonych elementów, a także pogorszenia sztywności elementu złożonego, w porównaniu do elementu jednolitego.

Dla elementów, dla których wymagana jest dokładność rzędu kilku mikrometrów, wspomniane czynniki stanowią istotne ograniczenie. Przykładem takich elementów może być korpus obrabiarek precyzyjnych do dużych elementów, charakteryzujących się dokładnością rzędu kilku mikrometrów [2]. W tym przypadku wymagane dokładności są znaczne mniejsze niż zawarte w normach dla poszczególnych zakresów pomiarowych pola tolerancji i graniczne odchyłki [3 ÷ 5].

ODKSZTAŁCENIA PODCZAS OBRÓBKI

Znaczny ciężar obrabianego elementu o dużych gabarytach w połączeniu z niezbyt dużą jego sztywnością powoduje, że zagadnienie poprawnego jego podparcia podczas obróbki nabiera szczególnego znaczenia. Sposób podparcie jest także istotny podczas pomiarów sprawdzających rezultaty obróbki.

W celu określenia wpływu wspomnianych czynników na dokładność obróbki przeprowadzono badania symulacyjne. Przyjęto w nich kilka wariantów podparcia modelu korpusu. Jeden z nich, wg wstępnej oceny – najlepszy, przedstawiono na rys. 3.

Uwzględniono w nim zarówno siły wynikające z ciężaru własnego korpusu, jak również jego postać konstrukcyjną i układ wymiarów determinujące możliwości usytuowania podpór.

Analityczne badania symulacyjne miały na celu określenie takiego rozmieszczenia podpór, przy którym odkształcenia będą najmniejsze, a jednocześnie możliwie równe.

Warunki badań

Wpływ parametrów obróbki na wartości maksymalnych sił występujących w procesie frezowania badano w warunkach laboratoryjnych na frezarskim centrum obróbkowym Hurco VMX 30t. Generowane siły skrawania determinują sztywność układu OUPN, która z kolei ma bezpośredni wpływ na dokładność wymiarowo-kształtową obróbki, a także na stan struktury geometrycznej obrabianej powierzchni. Analizowano trzy składowe siły skrawania, w osiach: x, y i z – rys. 4.

Obrabianym elementem był korpus wykonany ze stali 1.0037. Siły skrawania podczas obróbki rejestrowano w układzie przestrzennym.

Wyniki badań

Przykładowe wyniki, zarejestrowane dla poszczególnych osi, przedstawiono na rys. 5. Największe wartości siły stwierdzono dla składowej w kierunku osi x (kierunek posuwu),

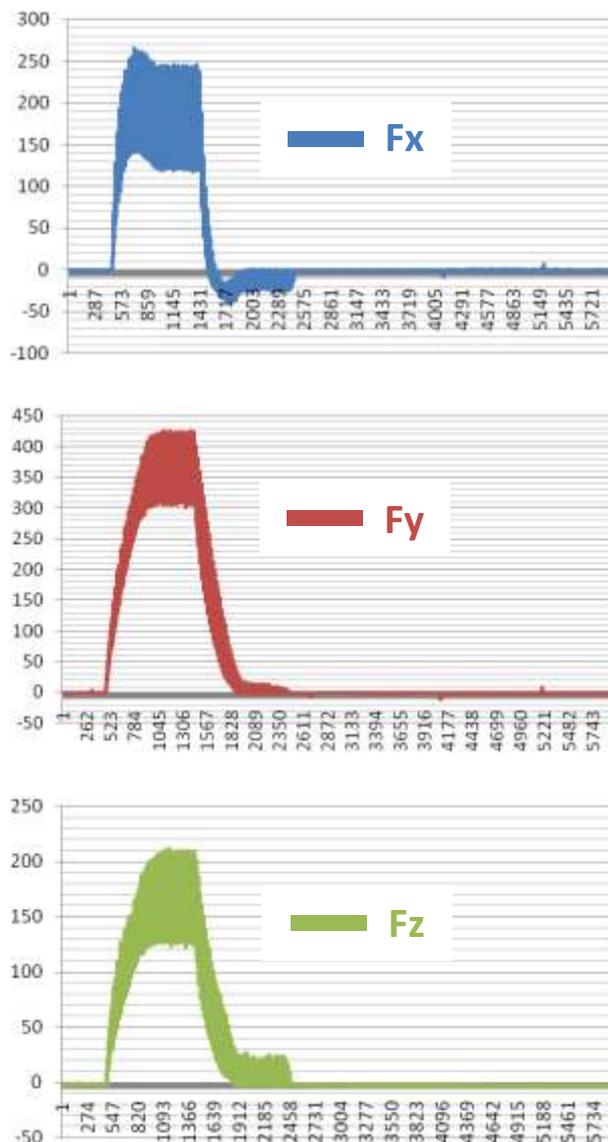
najmniejsze zaś – w kierunku osi z (oś wrzeciona). Otrzymane wartości składowych sił skrawania pozwoliły na określenie maksymalnych wartości sił wypadkowych. Na podstawie tych wartości określono relacje między warunkami obróbki a występującymi w niej siłami skrawania. Jest to istotne ze względu na efektywność obróbki, której koszt ma znaczący udział w procesie wytwórczym EWg. Relacje między tymi wielkościami dla składowej F_x przedstawiono na rys. 6.

Relacje między badanymi parametrami dla składowej F_x przedstawiono na rys. 5. Stwierdzono, że zmiany parametrów obróbki w niewielkim stopniu wpływają na maksymalną wartość siły skrawania F_{max} . Największy wpływ w tym zakresie ma głębokość skrawania a_p . Jest to informacja istotna i charakterystyczna dla EWg, gdyż duże wartości siły skrawania to dużo generowanego ciepła. Zminimalizowanie jego wpływu wymaga więc większego czasu, co pośrednio wpływa na efektywność obróbki EWg.

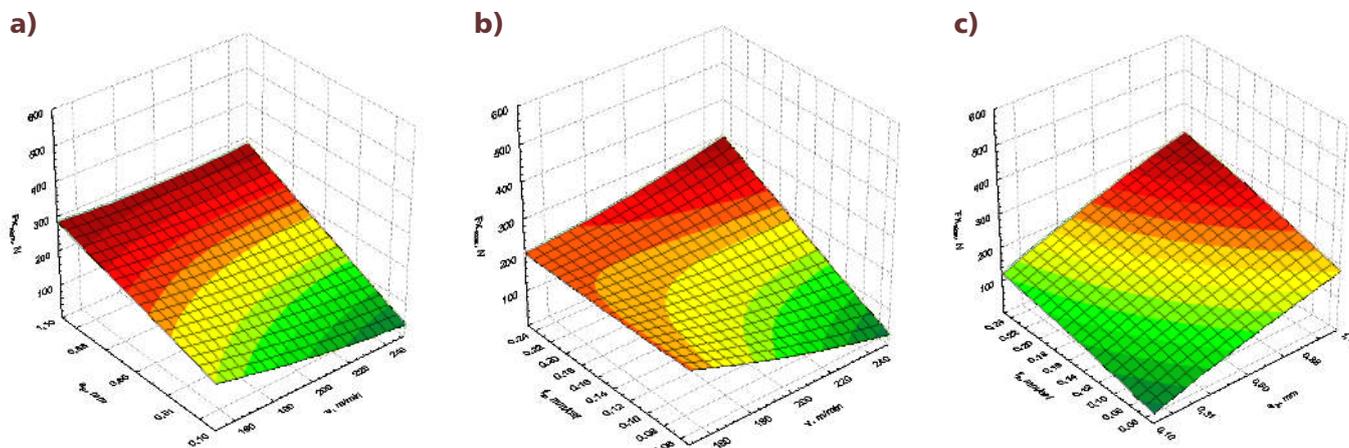
Stwierdzono już wcześniej, że w przypadku EWg, ze względu na ich duży ciężar, sposób podparcia wpływa na odkształcenia nie tylko podczas obróbki lecz także podczas pomiarów sprawdzających jej dokładność. Wynika z tego, że dużo uwagi należy poświęcić poprawnemu podparciu mierzonego elementu, usytuowanego w przestrzeni pomiarowej maszyny – rys. 7, a więc w ostatniej fazie procesu wytwórczego.

W analitycznych badaniach symulacyjnych określono odkształcenia jakie wywołują: ciężar własny oraz siły skrawania. Rezultaty badań dla przedstawionego na rys. 3 sposobu podparcia zobrazowano na rys. 8.

Widoczne na rysunku linie, ograniczające obszary o takich samych kolorach, przedstawiają miejsca korpusu w takim samym stopniu odkształcone w wyniku oddziaływań wymuszeń o charakterze siłowym, a zauważalna asymetria odkształceń wynika z obciążenia korpusu zmieniającymi się siłami skrawania.



Rys. 5. Wykresy składowych sił skrawania przy parametrach obróbki: $v=171$ m/min, $a_p=0,88$ mm, $f_z=0,21$ mm/obr.



Rys. 6. Wykresy zależności maksymalnej siły skrawania F_x od: a) głębokości a_p i prędkości skrawania v , b) posuwu f_z i prędkości skrawania v , c) posuwu f_z i głębokości skrawania a_p .

Specyficznym dla EWg czynnikiem technologicznym jest także trwałość ostrza narzędzia. Obróbka dużych powierzchni takich elementów powoduje, że mikrogeometria ostrza zmienia się, co powoduje, że stan struktury geometrycznej obrabianej powierzchni jest inny na początku obróbki, inny na jej końcu. Wynika to z zachodzącego procesu zużywania ostrza i powoduje pogorszenie cech użytkowych obrabianych elementów.

W obróbce EWg istotni jest ponadto czynnik termiczny. W obróbce skrawaniem duża część włożonej energii mechanicznej ulega konwersji w energię cieplną. Skutkiem tego zjawiska są odkształcenia cieplne połączone z powstawaniem naprężeń. Ponieważ EWg posiadają dużą pojemność cieplną ustąpienie tych oddziaływań wymaga pewnego czasu dlatego też pomiędzy kolejnymi operacjami pożądane są przerwy technologiczne, nie stosowane w obróbce elementów o wymiarach standardowych [1].

CZYNNIKI ZWIĄZANE POŚREDNIO Z PROCESEM PRODUKCYJNYM

Oprócz czynników bezpośrednio związanych z procesem wytwarzania EWg – czynników technologicznych, istotne mogą być ponadto, specyficzne dla tego rodzaju elementów, problemy dotyczące ich transportu. W prawie o ruchu drogowym przyjmuje się, że transport ładunków ponadgabarytowych dotyczy pojazdów, które wraz z przewożonym ładunkiem przekraczają 16,5 m całkowitej długości, 2,5 m szerokości i 4,0 m wysokości oraz/lub 42 Mg ciężaru całkowitego, do którego wlicza się także wagę kierowcy oraz paliwa [6]. Kryteria te obowiązują na terenie Polski, natomiast w UE podane wartości są nieco inne.

Ze względu na ciężar, transport EWg należy dobrze przygotować, gdyż znane są przypadki, że obiekt niepoprawnie przygotowany do transportu ulegał w jego trakcie uszkodzeniu. Należy także trasę przewozu uzgodnić z odpowiednimi decydentami.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania eksperymentalne, a także analizy pozwalają na sformułowanie poniższych wniosków podsumowujących:

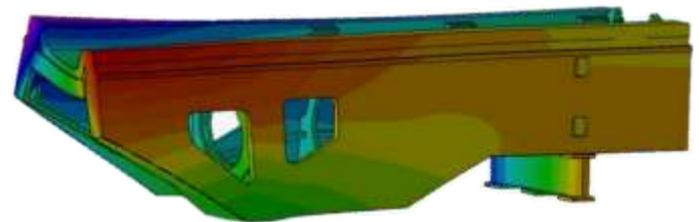
- elementy o dużych gabarytach coraz częściej występują w strukturach maszyn używanych współcześnie w różnych branżach gospodarki. Ich cechy, przede wszystkim gabaryty oraz ciężar, powodują, że oprócz standardowych problemów związanych z obróbką skrawaniem, uwzględnić należy dodatkowe, specyficzne dla EWg;

- w przypadku wymaganej dużej dokładności obrabianego elementu szczególną uwagę należy zwrócić na poprawność ustalenia jego na stole obrabiarki: właściwe rozmieszczenie poprawnie wybranych podpór;

- w każdym przypadku narzędzia do obróbki powinny charakteryzować się trwałością większą od standardowej;



Rys. 7. Korpus na stole maszyny pomiarowej po obróbce wykończeniowej



Rys. 8. Izolinie maksymalnych odkształceń korpusu podczas obróbki

- w procesie obróbki skrawaniem, między poszczególnymi operacjami należy zaplanować odpowiednio dobrane przerwy technologiczne.

Literatura

[1] Bromberek F., Matuszewski M., Styp-Rekowski M., Węgrzyniak T.: Obróbka elementów wielkogabarytowych. Wybrane zagadnienia. Wydawnictwo Bydgoskiej Szkoły Wyższej, Bydgoszcz 2022.

[2] Materiały firmy MIKROMAT, Drezno 2015.

[3] Norma PN-84/M-02108. Tolerancje i pasowania. Tolerancje wymiarów powyżej 10 000 mm do 40 000 mm.

[4] Norma PN-91/M-02106. Podstawy zamienności. Układ tolerancji i pasowań. Pola tolerancji i odchyłki graniczne wymiarów powyżej 3150 do 10000 mm.

[5] Norma PN-EN ISO 286-2:2010. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS) – System kodowania ISO dla tolerancji wymiarów liniowych. Część 2: Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek granicznych otworów i wałków.

[6] Prawo o ruchu drogowym. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Dz. U. 1997 Nr 98 poz. 602. ■

Specjalna masowa obróbka wykańczająca znaczącą przewagą nad konkurencją

Zautomatyzowane wygładzanie powierzchni i ujednorodnianie drukowanych w 3D elementów z tworzyw sztucznych i metalu

Kiedy firma Klaus Stöcker zaczęła oferować swoim klientom gotowe do montażu elementy z tworzyw sztucznych i metalu drukowane w technologii 3D, początkowo stosowała ręczne metody obróbki wykańczającej. Ze względu na szybko rosnący popyt i ostrzejsze wymagania dotyczące stabilności procesu i spójności operacji obróbki wykańczającej, firma przyjęła nowe podejście: Zakupiła zautomatyzowane systemy S1 do odparowywania oraz M1 do efektywnego wygładzania powierzchni i ujednorodniania od AM Solutions – 3D post processing technology. W oparciu o doskonałe wyniki w zakładzie uruchomiono niedawno drugi system M1, stanowiący ekonomiczną alternatywę dla wygładzania chemicznego.

Założona w 1990 roku firma Klaus Stöcker, zatrudniająca około 40 pracowników, oferuje szeroki zakres usług w dziedzinie obróbki skrawaniem. Obejmuje to toczenie, frezowanie, zatapianie i obróbkę elektroerozyjną, szlifowanie czołowe i kołowe, montaż i pomiary przy użyciu najnowocześniejszych maszyn. Firma wykonuje również własne oprzyrządowanie, urządzenia badawcze, sprawdziany i maszyny specjalne. Obsługuje klientów z branży motoryzacyjnej, farmaceutycznej, spożywczej i budowy maszyn. W 2016 roku firma Stöcker zaczęła oferować drukowane w 3D części z tworzyw sztucznych i metalu i od tego czasu zamontowała 16 drukarek. Firma produkuje elementy z różnych rodzajów tworzyw sztucznych, w tym PA 6 i PA 12, ale także materiałów wzmacnianych włóknami szklanymi, węglowymi i z kevlaru metodami druku FDM/FFF i SLS. System stereolitograficzny (SLA/PJM) jest stosowany przede wszystkim do drukowania elementów optycznych o róż-



W przypadku wielu komponentów technologia masowej obróbki wykończeniowej stanowi doskonałą alternatywę dla wygładzania chemicznego. Proces wygładzania jest znacznie bardziej opłacalny, zapewniając nam znaczną przewagę konkurencyjną – wyjaśnia Arnd Meller, kierownik ds. wytwarzania addytywnego w firmie Klaus Stöcker.

nych parametrach technicznych i w różnych kolorach. Selektywne topienie laserowe (SLM) i atomowo dyfuzyjne wytwarzanie przyrostowe (ADAM) służą do wytwarzania elementów metalowych ze stopów aluminium, różnych ro-

dzajów stali nierdzewnej i różnych stali narzędziowych.

Zautomatyzowana obróbka wykańczająca – ważna część procesu produkcyjnego Firma Stöcker szybko zdała sobie



sprawę, że jako zakład produkcyjny może odnieść sukces tylko wtedy, gdy będzie oferować usługi w ramach całego łańcucha procesów, a nie tylko w zakresie druku. Kierownik ds. wytwarzania addytywnego w firmie Stöcker, Arnd Meller, wyjaśnia: *Z jednej strony*

są wymagane oraz jaka technologia druku i materiał są najbardziej odpowiednie. Z drugiej strony, obróbka wykańczająca jest ważną operacją, która pozwala nam dostarczać naszym klientom gotowe do montażu komponenty. Na początku operacja obróbki wykań-

szybko rosnący popyt i ostrzejsze wymagania dotyczące stabilności procesu i spójności operacji wykańczającej nie mogły być dłużej obsługiwane za pomocą konwencjonalnych metod. Dlatego firma zaczęła poszukiwać rozwiązań automatycznych. Ważnymi



Do obróbki wykańczającej elementów drukowanych w 3D firma Klaus Stöcker zajmująca się obróbką metali wykorzystuje urządzenia S1 i M1 Basic firmy AM Solutions – 3D post processing technology. Ważnymi kryteriami decyzyjnymi przy zakupie tych maszyn była jakość obróbki, ale także bezpieczeństwo urządzeń, całkowity koszt posiadania (TCO), łatwa obsługa oraz fachowe doradztwo i wszechstronne doświadczenie w zakresie obróbki powierzchniowej firmy AM Solutions.



Ponieważ masowa obróbka wykończeniowa stanowi wysoce opłacalną alternatywę dla chemicznego wygładzania powierzchni elementów drukowanych w 3D, firma Klaus Stöcker zajmująca się obróbką metali oddała niedawno do eksploatacji drugi system M1 Basic.

obejmuje to kompleksowe konsultacje z naszymi klientami, aby ustalić, czy dany komponent może być wykonany za pomocą wytwarzania addytywnego, a jeśli tak, to jakie zmiany projektowe

czającej odbywała się ręcznie za pomocą narzędzi, które były dostępne wewnętrznie. Na przykład, spiekane laserowo części plastikowe były czyszczone w ręcznej komorze strumieniowej. Jednak

*czynnikami były: jakość produktu, bezpieczeństwo pracy, całkowity koszt posiadania (TCO) oraz łatwość obsługi. Arnd Meller kontynuuje: **Ostatecznie to doskonałe doradztwo ekspertów***



Firma Klaus Stöcker Metallbearbeitung stawia na zautomatyzowane rozwiązania firmy Rösler w zakresie obróbki wykańczającej elementów drukowanych w 3D z tworzyw sztucznych i metalu. Oferują one usługodawcy niezmiennie dobre wyniki powierzchniowe – bezpieczne dla procesu, przyjazne dla użytkownika i ekonomiczne.

i wszechstronne doświadczenie w zakresie obróbki powierzchni sprawiły, że zdecydowaliśmy się na zakup naszego sprzętu do obróbki wykańczającej od AM Solutions – technologia obróbki wykańczającej 3D. Ponadto byłem pod wrażeniem głębokości produkcji AM Solutions/Rösler w ich zakładzie w Untermerzbach. Początkowo jedynym tematem rozmów było czyszczenie komponentów za pomocą systemu S1. W celu uszlachetnienia powierzchni swoich drukowanych w 3D komponentów firma poszukiwała różnych rozwiązań, np. wygładzania chemicznego.

Masowa obróbka wykańczająca – ekonomiczna alternatywa dla wygładzania chemicznego Jednak podczas wizyty w Centrum Doświadczeń Klienta AM Solutions – 3D post processing technology Arnd Meller był naprawdę zaskoczony, gdy dowiedział się, że M1 Basic zapewnia doskonałe rezultaty w stosunkowo krótkim czasie cyklu. Wygładzanie powierzchni i homogenizacja elementów

z tworzyw sztucznych, w tym niższe odczyty chropowatości powierzchni, są wymagane przez wielu klientów. Dzięki M1 Basic AM Solutions może zaoferować system, który spełnia te wymagania szybko, z absolutnie powtarzalnymi wynikami i z wysokim stopniem stabilności procesu. Arnd Meller podsumowuje: *W przypadku wielu komponentów technologia masowej obróbki wykończeniowej stanowi doskonałą alternatywę dla wygładzania chemicznego. Proces wygładzania jest znacznie bardziej opłacalny, co daje nam znaczną przewagę nad konkurencją. Bez wątplenia ważną rolę odgrywa również wiedza ekspercka AM Solutions, oparta na wszechstronnym doświadczeniu firmy Rösler w zakresie technologii masowego wykańczania oraz rozwoju i produkcji odpowiednich mediów.*

M1 Basic to kompaktowy system obróbki wykańczającej typu plug-and-play ze zintegrowanym sterowaniem procesem, który umożliwia szlifowanie powierzchni, wygładzanie i polerowanie

wydrukowanych w 3D elementów plastikowych i metalowych. Wyposażony w zintegrowany system czyszczenia i recyklingu wody procesowej oraz przyłącze 230 V, M1 Basic może być łatwo zintegrowany z praktycznie każdym środowiskiem produkcyjnym jako samodzielne urządzenie. Umożliwia ono obróbkę wykończeniową całych partii detali lub pojedynczych elementów o wymiarach do 550 × 150 × 130 mm (dł. × szer. × wys.) i o różnych kształtach. Ten innowacyjny system może być łatwo dostosowany do wszystkich rodzajów zadań obróbki wykończeniowej. W sterownikach urządzenia można zapisać programy specyficzne dla danego detalu. Standardowa misa obróbkowa może być podzielona na dwie oddzielne komory. Umożliwia to jednoczesną obróbkę różnych elementów przy użyciu różnych procesów wykańczania.

Zastosowanie M1 Basic w dziale AM firmy Stöcker okazało się tak udane, że firma zakupiła drugą maszynę do obróbki powierzchniowej metalu. ■

reklama



narzedziownia.org
Portal branży narzędziowej

Baza firm



Katalog produktów



Wiadomości



Księgarnia



Reklama



Zostaw nam swoją ofertę
Daj się znaleźć...

Skontaktuj się z nami:
www.metale.org
 e-mail: redakcja@metale.org
 85-766 Bydgoszcz, ul. Fordońska 393
 tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37



staleo.pl
portal przemysłowy



Stale
o PRZEMYŚLE
www.staleo.pl

Wpływ parametrów osadzania na właściwości powłok diamentopodobnych ostrzy narzędzi skrawających

MONIKA MADEJ, JOANNA KOWALCZYK, KATARZYNA PIOTROWSKA *

W artykule dokonano oceny właściwości tribologicznych powłok diamentopodobnych DLC osadzanych na ostrzach narzędzi skrawających metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej ze wspomaganie plazmowym PECVD. W ramach badań eksperymentalnych naniesiono dwa rodzaje powłok diamentopodobnych, różniących się od siebie czasem osadzania. Badania tribologiczne zrealizowano w warunkach tarcia ze smarowaniem bazą olejową PAO 8 oraz olejem syntetycznym SW30, ze skojarzeniem trącem trącem kula – tarcza. Za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej obserwowano ślady wytarcia po testach tribologicznych. Mikroskop konfokalny z trybem interferometrycznym posłużył do oceny zużycia próbek. Analiza wyników badań wskazała, że czas nanoszenia powłoki ma wpływ na właściwości tribologiczne. Mniejsze wartości współczynników tarcia oraz zużycia liniowego uzyskano dla powłoki osadzonej przez półtorej godziny.

Wprowadzenie

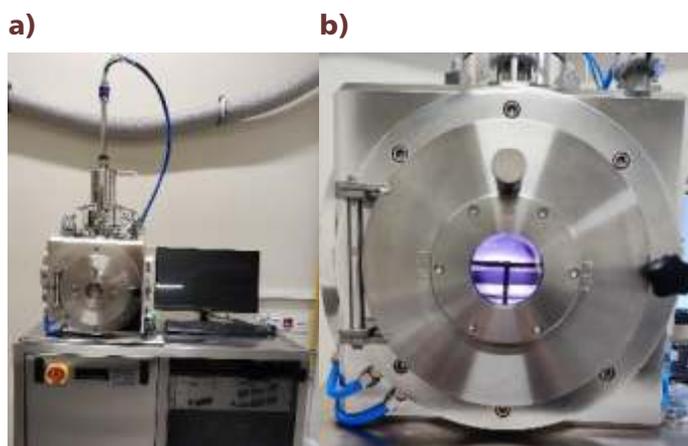
Jednym ze sposobów poprawy właściwości powierzchni materiałów jest nanoszenie cienkich, twardych powłok w procesach fizycznego PVD, chemicznego osadzania z fazy gazowej CVD oraz elektroosadzania w fazie ciekłej [2, 10]. Przykładem mogą być powłoki diamentopodobne DLC charakteryzujące się dużą twardością i doskonałymi właściwościami smarowymi. Za dużą twardość odpowiadają wiązania sp^3 – charakterystyczne dla diamentu, za właściwości smarowe – wiązania sp^2 typowe dla grafitu [5, 10]. Powłoki diamentopodobne to amorficzne, w większości przypadków uwodornione, ciekawostkowe materiały o różnorod-

nych właściwościach, które zależą od rodzaju zastosowanej metody i warunków ich osadzania. Powłoki diamentopodobne DLC charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami mechanicznymi: dużym modułem sprężystości, odpornością na kruche pękanie oraz stabilnością chemiczną. Ponadto posiadają dobrą adhezję do podłoża, którą dodatkowo można poprawiać poprzez tworzenie międzywarstwy – warstwy pośredniej między powłoką DLC a podłożem. W przypadku wykorzystania powłok DLC na narzędzia skrawające, przejściowa warstwa pośrednia może zrównoważyć różnice rozszerzalności cieplnej, między powłoką DLC a podłożem narzędzia. Nie tylko poprawia adhezję powłoki DLC do podłoża, ale

także zmniejsza wewnętrzne naprężenia szczątkowe, zwiększa też wytrzymałość i trwałość narzędzia [1, 3, 6, 8, 10].

Powłoki DLC mają bardzo szerokie spektrum aplikacji, gdyż spełniają wysokie wymagania stawiane przez przemysł nie tylko narzędziowy, lecz także elektroniczny, motoryzacyjny, medyczny oraz tekstylny. Przykładem zastosowań z pierwszej grupy są ostrza różnych narzędzi skrawających pokryte warstwą DLC. Stosowanie tych powłok stało się powszechne w celu zwiększenia trwałości eksploatacyjnej elementów głównie stalowych, szczególnie tych, narażonych na działania tribologiczne. Powłoki te dzięki swoim doskonałym właściwościom samosmarującym znajdują zastosowanie wszędzie tam gdzie wymagana jest poprawa parametrów tribologicznych elementów, a także wówczas kiedy nie można użyć smarów płynnych. W przemyśle elektronicznym

* Dr hab. inż. Monika Madej prof. PŚk, mmadej@tu.kielce.pl, dr inż. Joanna Kowalczyk, jkowalczyk@tu.kielce.pl, mgr inż. Katarzyna Piotrowska, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn.



Rys. 1. Urządzenie do osadzania powłok Nanomaster NPE-4000: a) widok ogólny, b) widok komory w czasie procesu nanoszenia powłoki

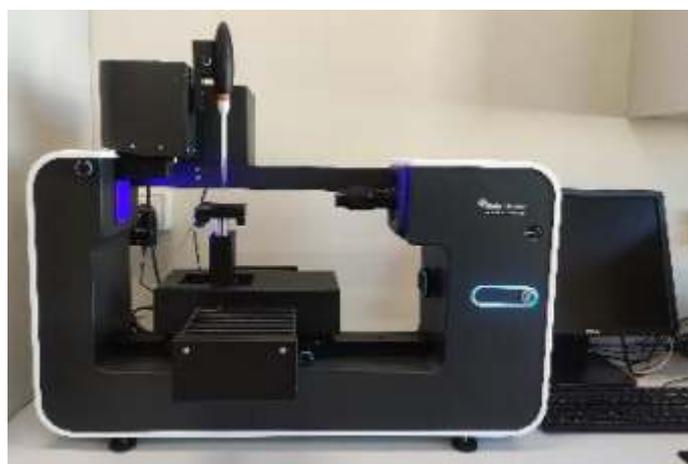
powłoki DLC stosuje się jako warstwy ochronne magnetycznych dysków twardych, a także matryc nośników CD i DVD itp., w przemyśle samochodowym jako elementy silników, skojarzenie popychacz-krzywka, sworzeń tłokowy, elementy sprzęgła. Wykorzystywane są także w medycynie jako elementy mające kontakt z krwią: zastawki, stenty, pompy krwi, implanty stawów kolanowych, biodrowych, ramiennych. W przemyśle tekstylnym powłoki takie znajdują zastosowanie jako pokrycia elementów maszyn, a przy formowaniu wtryskowym jako pokrycia matryc [2, 4, 7, 9].



Rys. 2. Elementy stanowiska badawczego: a) mikroskop Leica DCM8, b) skaningowy mikroskop elektronowy Phenom XL

Tabela 1. Parametry nanoszenia powłok DLC

Próbka	Parametry											
	czyszczenie				międzywarstwa Cr				powłoka			
	Ar	CH ₄	czas	RF	Ar	CH ₄	czas	DC	Ar	CH ₄	czas	RF
A	30	0	15 min	200 W	30	0	30 min.	200 W	50	10	1,5 godz.	150 W
C	30	0	15 min	200 W	30	0	30 min.	200 W	50	10	2,0 godz.	150 W



Rys. 3. Widok tensjometru Attention Theta

Celem niniejszej pracy było porównanie właściwości tribologicznych powłok diamentopodobnych osadzanych z różnymi parametrami procesu. Badania zrealizowano w Laboratorium Zaawansowanych Nanotechnologii i Nanomateriałów CENWIS Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach.

Materiały i metodyka badań

Proces osadzania powłok DLC przy użyciu systemu próżniowego Nanomaster NPE-4000 (Rys. 1) składa się z trzech etapów. Pierwszy z nich polega na oczyszczeniu warstwy wierzchniej w środowisku argonu. W kolejnym etapie metodą fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD) uzyskiwana jest międzywarstwa chromu. Jej zadaniem jest zapewnienie dobrej adhezji do stalowego podłoża. W etapie trzecim nanoszona jest właściwa powłoka techniką chemicznego

osadzania z fazy gazowej ze wspomaganie plazmą (PACVD). Parametry procesu przedstawiono w Tabeli 1.

Do pomiarów struktury geometrycznej powierzchni przed i po testach tribologicznych wykorzystano mikroskop konfokalny z trybem interferometrycznym Leica DCM8 (Rys. 2a). Oceny dokonano wykorzystując obrazy aksonometryczne badanych powierzchni oraz profile powierzchni.

Skaningową mikroskopię elektronową Phenom XL (Rys. 2b) wykorzystano do badań morfologii powłok, zarówno przed jak i po testach tribologicznych. Zastosowanie mikroanalizatora EDS pozwoliło na wykonanie analiz składu chemicznego w mikroobszarach.

Tensjometr Attention Theta (Rys. 3) użyto do pomiarów kąta zwilżania. Do badań wykorzystano dwie cieczy pomiarowe: bazę olejową PAO oraz olej syntetyczny 5W30. Podczas badań krople cieczy pomiarowych o objętości ok. 4 mm³ osadzono na powierzchni powłok DLC, każdorazowo w innym miejscu próbki. Badania realizowano w temperaturze 25±1°C i wilgotności powietrza 50±5%. Wyniki badań przedstawiono na Rysunku 8.

Badania tribologiczne przeprowadzono na tribometrze TRB³ pracującym w skojarzeniu trącem kula – tarcza w ruchu posuwisto-zwrotnym. Parametry testów zestawiono w Tabeli 2, z kolei zdjęcie testera i schemat węzła tarcia przedstawiono na Rys. 4.

Na podstawie wyników badań tarcio-owych określono najważniejsze charakterystyki tribologiczne powłok diamentopodobnych: wartości współczynników tarcia oraz zużycia liniowego.

Wyniki i dyskusja

Na rysunku 5 przedstawiono cechy osadzanych powłok DLC.

Analizy wskazały, że powłoka DLC A (nanoszona przez 1,5 godziny) składała się z węgla i chromu. W przypadku próbki DLC C (osadzanej przez 2 godziny) zawartość węgla była o około 20% większa, a chromu o około 30% mniejsza w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla DLC A. Zarówno w przy-

Tabela 2. Parametry badań tribologicznych

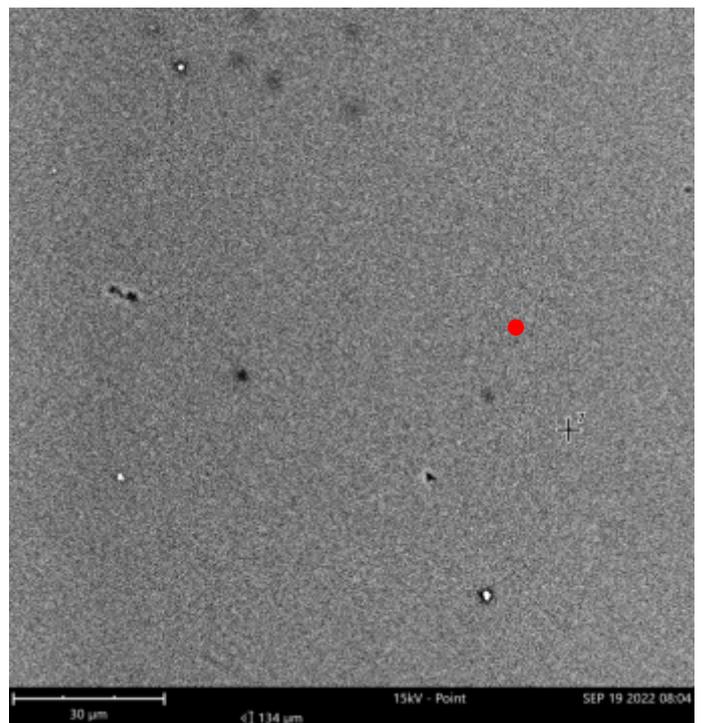
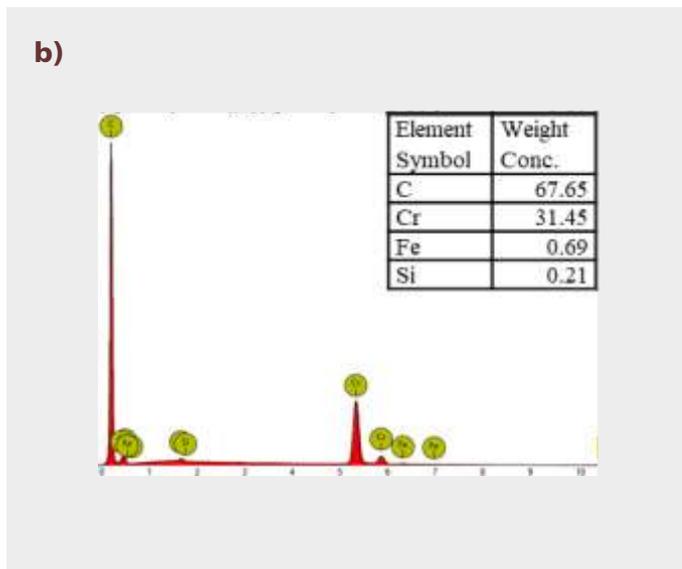
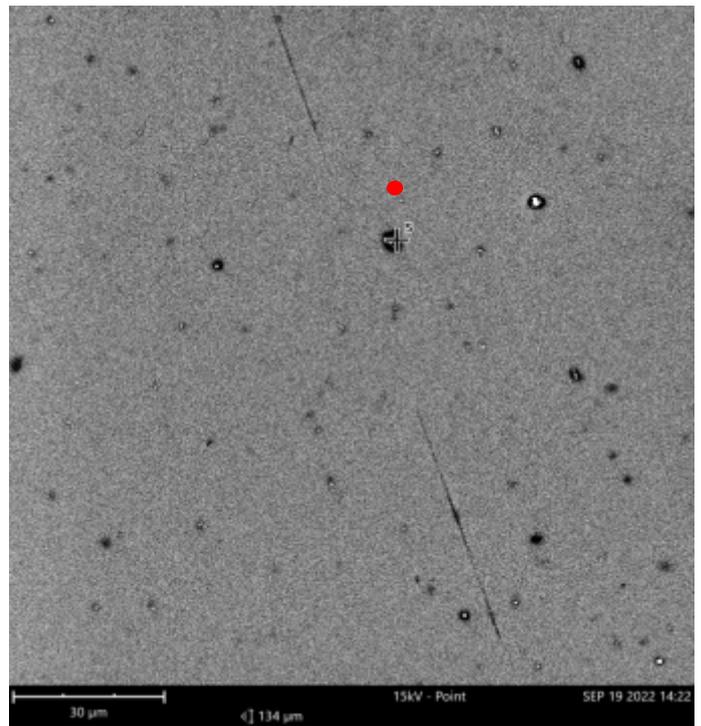
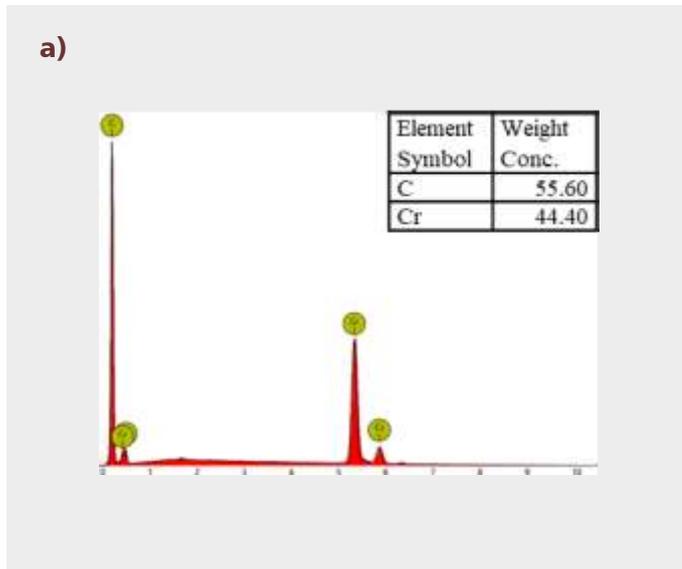
Para trąca	kulka 100Cr6 o średnicy 6 mm – powłoka DLC A i C
Obciążenie	10 N
Amplituda	6 mm
Prędkość poślizgu	0,02 m/s
Liczba cykli	10 000
Częstotliwość pomiarów	1 Hz
Wilgotność i temperatura	50 ± 5%, 25 ± 1°C
Środek smarowy	baza olejowa PAO, olej syntetyczny 5W30



Rys. 4. Widok ogólny tribometru TRB3

Tabela 3. Parametry chropowatości powierzchni struktury geometrycznej powierzchni

Parametry chropowatości		DLC A	DLC C
S _a	nm	24,59	44,03
S _q	nm	31,80	54,05
S _p	nm	120,8	167,3
S _v	nm	92,48	203,8
S _z	nm	213,3	371,1
S _{sk}		0,06	-0,09
S _{ku}		3,10	2,67



Rys. 5. Morfologia powierzchni powłok oraz widma promieniowania charakterystycznego wraz analizą składu chemicznego, a) DLC A, b) DLC C

padku DLC A, jak i C obecność chromu pochodziła z międzywarstwy, a jego zawartość procentowa związana była z grubością osadzonych powłok

Na Rysunkach 6 i 7 przedstawiono wyniki badań struktury geometrycznej powierzchni przed testami tribologicznymi. Obserwacjom poddano stalowe tarcze z osadzonymi na nich powłokami diamentopodobnymi. Rezultatem tych

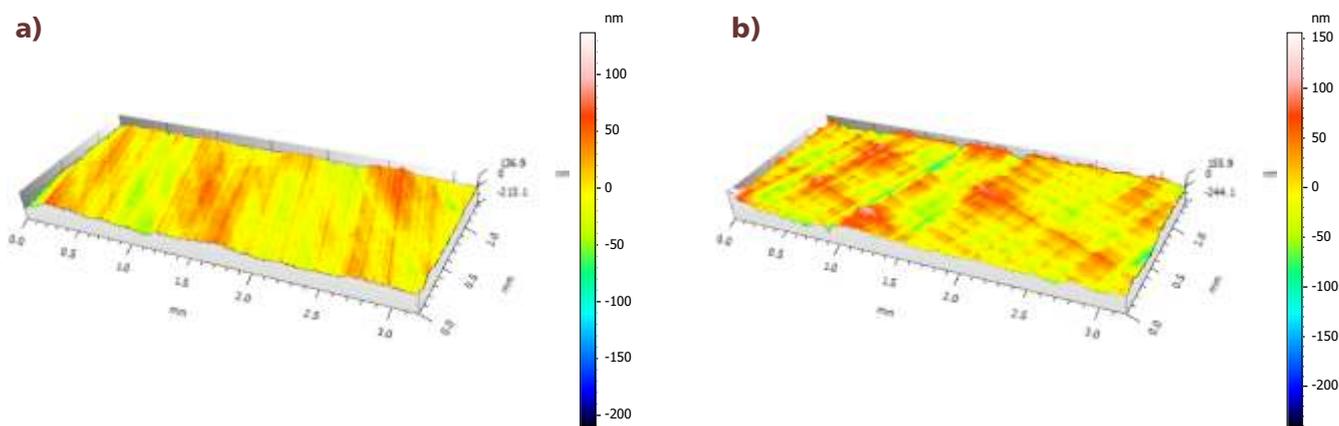
badań było uzyskanie obrazów izometrycznych oraz średnich profili powierzchni wygenerowanych w oparciu o 5 serii pomiarowych.

Analizując uzyskane parametry struktury geometrycznej powierzchni zaobserwowano, że powłoka DLC A naniesiona w krótszym czasie – 1,5 godziny, charakteryzowała się mniejszymi wartościami parametrów chropowato-

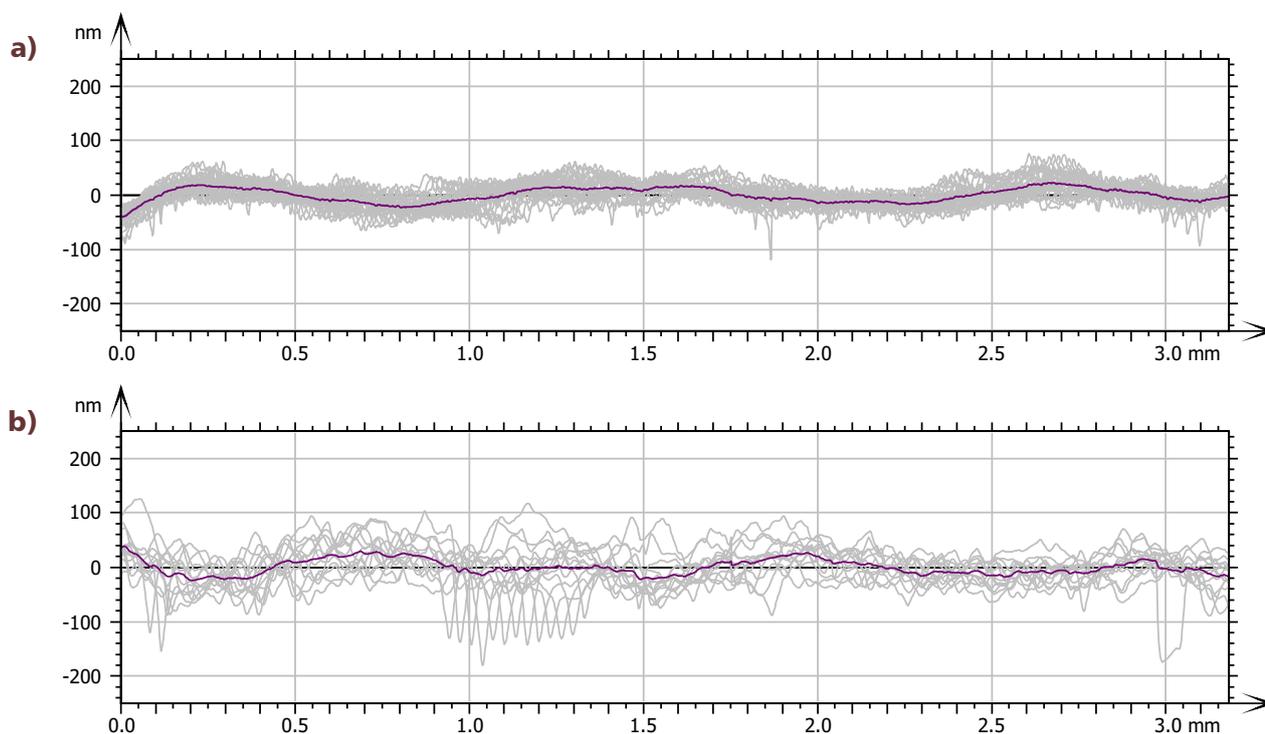
ści powierzchni. Wartości parametrów S_a , S_q , S_p , S_v oraz S_z były mniejsze dla powłoki DLC A w porównaniu z powłoką DLC C o 27–54%. Świadczy to o tym, że czas nanoszenia powłoki wpływa na ukształtowanie struktury geometrycznej powierzchni.

Po ocenie mikrostruktury powłok zbadano kąt zwilżania – olejem PAO 8 i olejem silnikowym Castrol Magnatec





Rys. 6. Obrazy izometryczne przed badaniami tribologicznymi: a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C



Rys. 7. Profile pierwotne przed badaniami tribologicznymi: a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C

5W30 (Rys.8), które następnie wykorzystano w testach tribologicznych.

Na podstawie wyników badań kąta zwilżania nie stwierdzono zależności pomiędzy czasem osadzania powłoki a zwilżalnością. Wyniki badań wskazują, że obie powierzchnie mają charakter hydrofilowy. Zarejestrowane wartości kątów zwilżania bazą olejową PAO oraz olejem syntetycznym 5W30 wynosiły około 30° , co świadczy o dobrej zwilżalności badanych powierzchni obydwoma olejami.

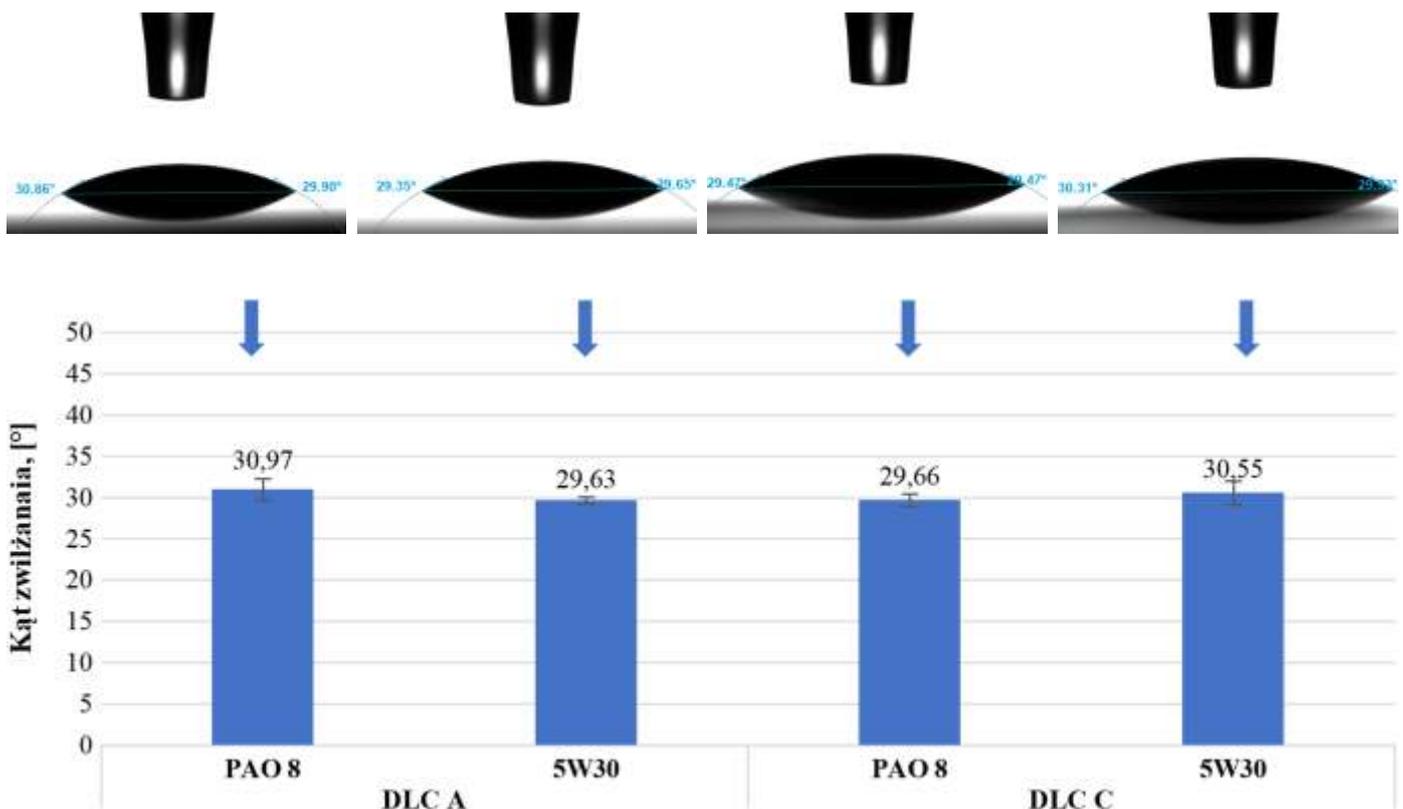
Na Rysunku 9 zaprezentowano wyniki badań tribologicznych.

Wyniki badań tribologicznych wskazują, że zastosowanie środków smarowych w formie bazy olejowej PAO 8 i oleju 5W30 korzystanie wpłynęło na współpracę par trących DLC-100Cr6. Najmniejsze wartości współczynników tarcia uzyskano dla powłoki DLC A w warunkach smarowania PAO 8. Ich wartość była o 20% mniejsza porównaniu z wartościami uzyskanymi dla DLC C, natomiast podczas smarowania olejem 5W30 zarejestrowane wartości średnich współczynników tarcia były takie same i wynosiły 0,13. Świadczy to o tym, że dla powłoki DLC A mniejsze współczynniki tarcia uzyskano przy zastosowaniu oleju PAO 8, natomiast

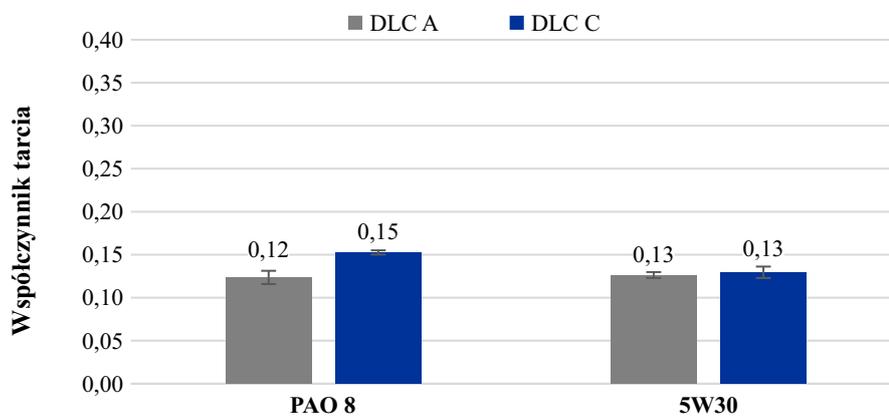
dla powłoki DLC C podczas smarowania olejem syntetycznym 5W30.

Rezultatem współpracy trących o siebie elementów jest zużywanie tribologiczne. Na Rysunkach 10÷13 przedstawiono wyniki analiz mikroskopowych śladów zużycia tarcz po testach tribologicznych. Określono również wskaźniki zużycia: maksymalną głębokość oraz pole wytarcia na przekroju poprzecznym.

Analiza wyników badań struktury geometrycznej powierzchni próbek po tarcu ze smarowaniem PAO 8 i 5W30 wykazała, że najmniejszym zużyciem w parze trącej z kulką ze stali 100Cr6



Rys. 8. Kąty zwilżania powierzchni z powłoką DLC A i DLC C substancjami smarującymi PAO 8 i 5W30



Rys. 9. Wyniki badań tribologicznych – współczynnik tarcia

charakteryzowała się tarcza z naniesioną powłoką DLC A. Obserwacje mikroskopowe wskazują, że przypadku obu materiałów dominował ścierny mechanizm zużywania, o czym świadczą liczne bruzdy obecne w śladzie wytarcia.

Na Rysunku 14 zestawiono wskaźniki zużycia: maksymalną głębokość wytarcia oraz pole wytarcia na przekroju poprzecznym.

Na podstawie obserwacji mikroskopowych śladów wytarcia stwierdzono, że tarcza z powłoką DLC A charakteryzowała się większą odpornością na zużywanie. Dowodzi o tym zarówno wartość maksymalnej głębokości wytarcia jak i pola wytarcia. W przypadku smarowania PAO i 5W30 maksymalna głębokość była odpowiednio o 30% i 40% mniejsza w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla DLC C. Z kolei pole wytarcia zmierzone na przekroju

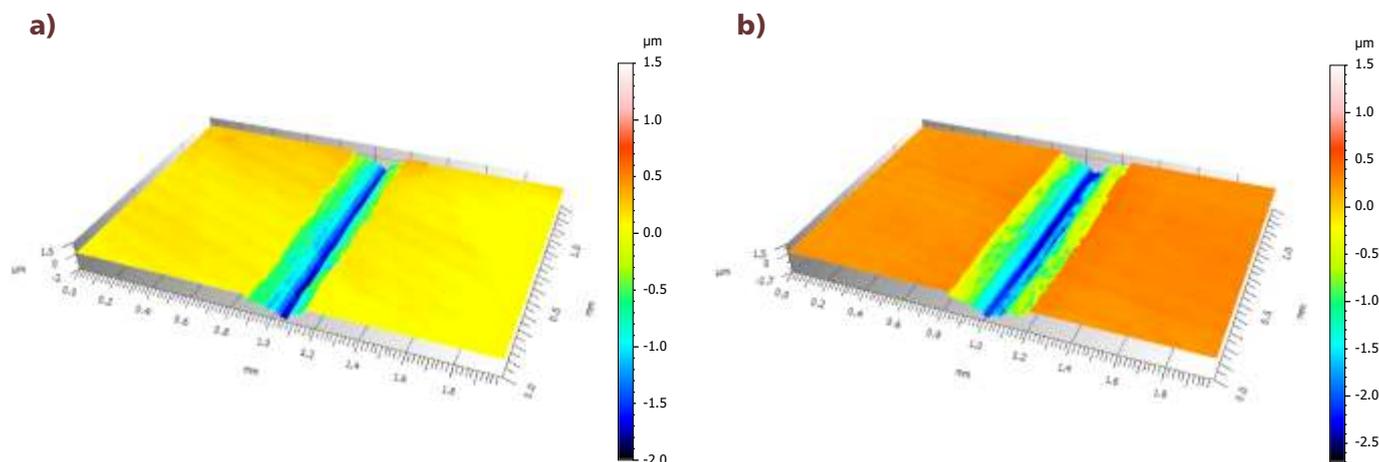
poprzecznym dla powłoki DLC A było o około 40% mniejsze podczas zastosowania PAO 8 i 60% mniejsze przy zastosowaniu 5W30 w odniesieniu do DLC C.

Na Rysunkach 15 i 16 przedstawiono wyniki badań morfologii śladów wytarcia oraz analiz składu chemicznego w wybranych mikroobszarach.

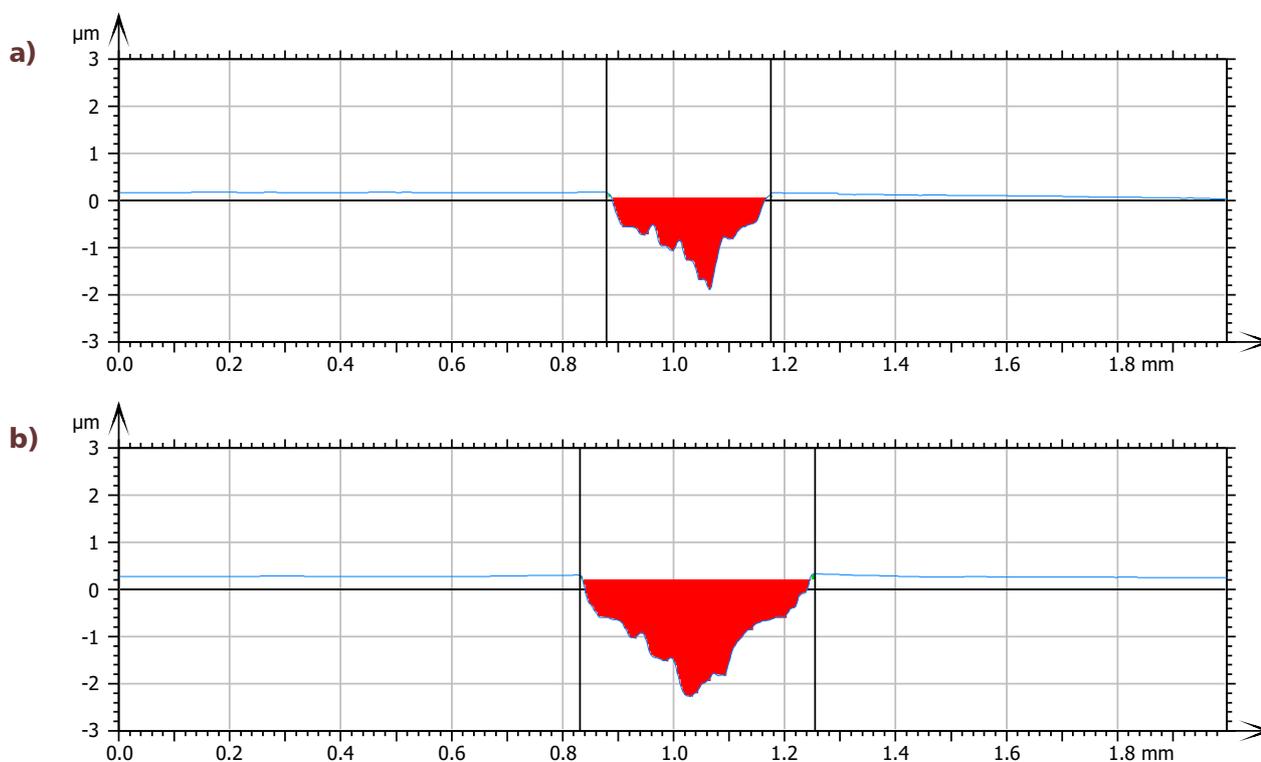
Z analizy składu chemicznego wynika, że po tarcu ze smarowaniem olejem 5W30 zarówno na powłoce DLC A, jak i DLC C zaobserwowano obecność cynku. Największą koncentrację tego pierwiastka odnotowano na tarczy DLC C. Była ona około 5 razy większa niż dla tarczy DLC A. Ponadto w analizowanym punkcie zarejestrowano jeszcze wapń, siarkę i fosfor pochodzące ze środka smarowego – oleju 5W30. Ww. pierwiastków nie zaobserwowano w śladzie wytarcia na powłoce DLC A.

Wnioski

W artykule przedstawiono jedynie dwa typy powłok diamentopodobnych różniące się między sobą czasem os-



Rys. 10. Obrazy izometryczne śladów wytarcia podczas tarcia ze smarowaniem bazą olejową PAO 8:
a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C



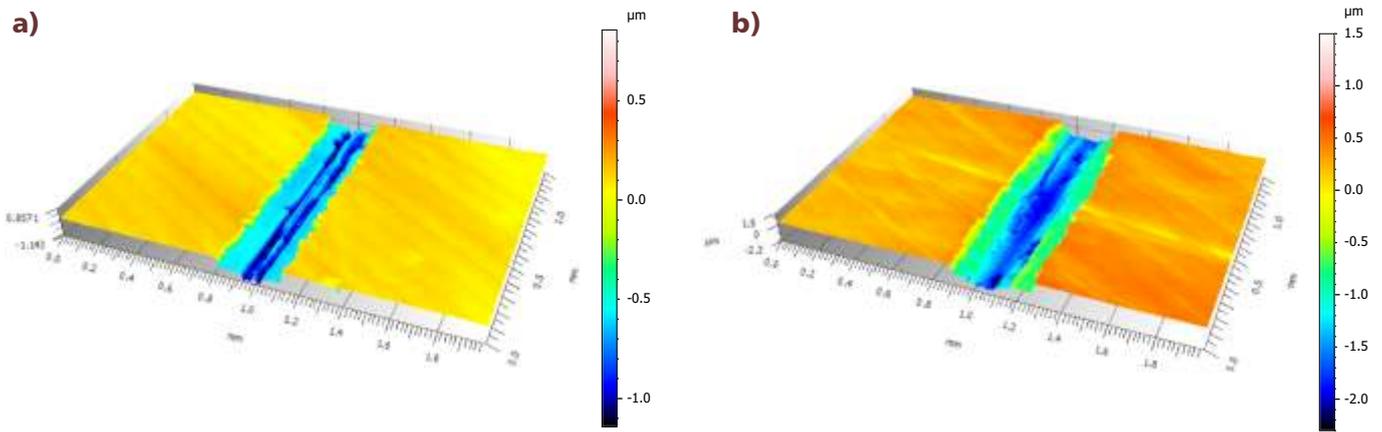
Rys. 11. Profile śladów wytarcia podczas tarcia ze smarowaniem bazą olejową PAO 8:
a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C

dzania. Na podstawie wyników badań sformułowano wnioski.

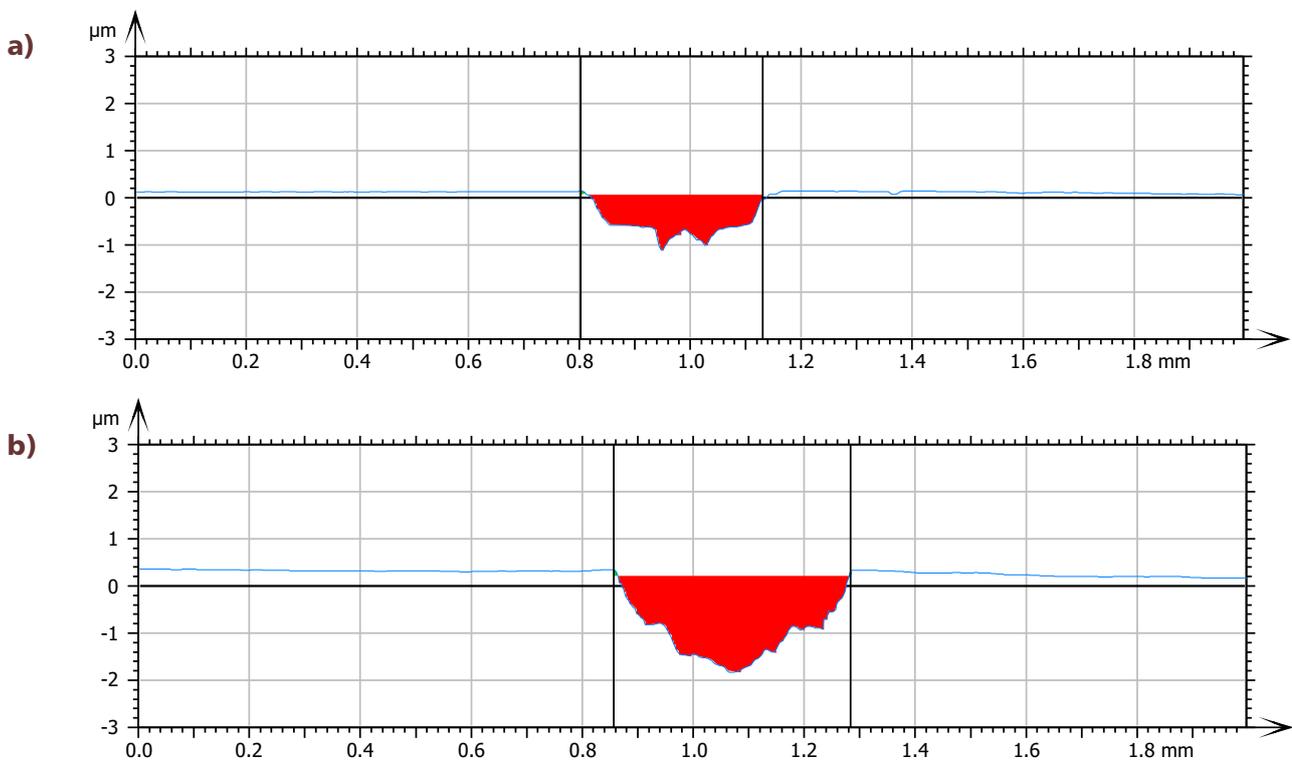
Czas osadzania powłok DLC nie wpłynął na uzyskane wartości kątów zwilżania. Dla powłok DLC A i DLC C uzyskano podobne wartości kątów zwilżania. Ponadto, obie badane powierzchnie powłok wykazywały charakter hydrofilowy. Zwiększanie czasu osadzania powłok diamentopodobnych techniką PECVD nie wpływa na poprawę właściwości tribologicznych. Lepsze charakte-

rystyki tribologiczne uzyskano dla powłoki DLC A. Pomimo, że wartości współczynników tarcia były zbliżone dla obydwóch materiałów, to powłoka DLC A charakteryzowała się mniejszym zużyciem. Na podstawie wskaźników zużycia, tj. głębokości wytarcia i pola powierzchni na przekroju poprzecznym stwierdzono, że powłoka DLC charakteryzuje się lepszą odpornością na zużywanie przez tarcie. Wartości maksymalnej głębokości wytarcia były dla powłoki DLC A mniejsze o około

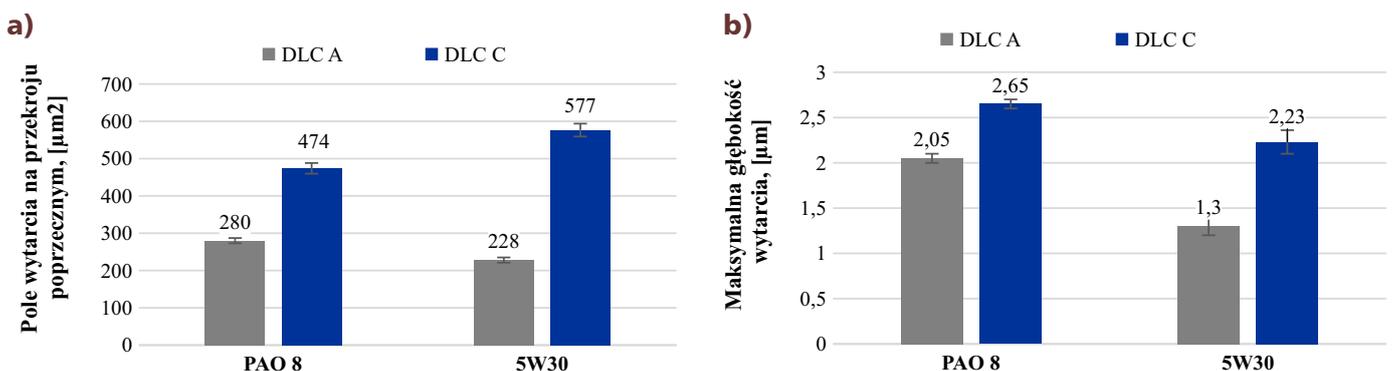
20% przy zastosowaniu oleju bazowego PAO 8 oraz o 40% dla oleju 5W30, niż dla powłoki DLC C. Uzyskane wartości przełożyły się także na mniejsze wartości pola wytarcia wyznaczone na przekroju poprzecznym. Otrzymane wartości pola powierzchni wytarcia dla powłoki DLC A były o około 40% mniejsze dla tarcia ze smarowaniem olejem PAO i o około 60% mniejsze podczas smarowania olejem syntetycznym 5W30 w odniesieniu do DLC C. Na uzyskanych obrazach izometrycznych



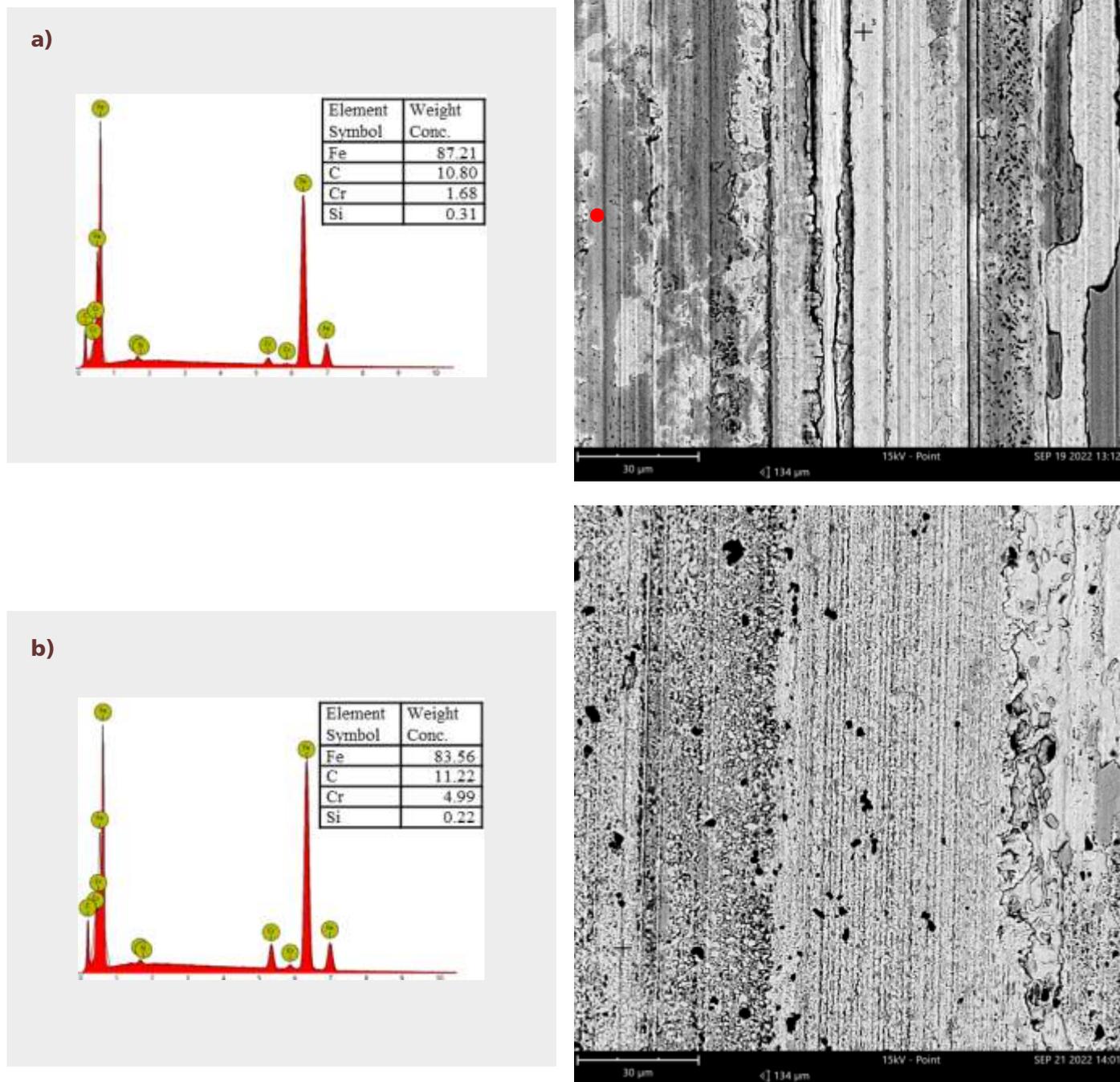
Rys. 12. Obrazy izometryczne śladów wytarcia podczas tarcia ze smarowaniem olejem SW30: a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C



Rys. 13. Profile śladów wytarcia podczas tarcia ze smarowaniem olejem SW30: a) powłoka DLC A, b) powłoka DLC C



Rys. 14. Pole wytarcia (a) oraz maksymalna jego głębokość (b) na przekroju w śladzie wytarcia próbek po testach tribologicznych

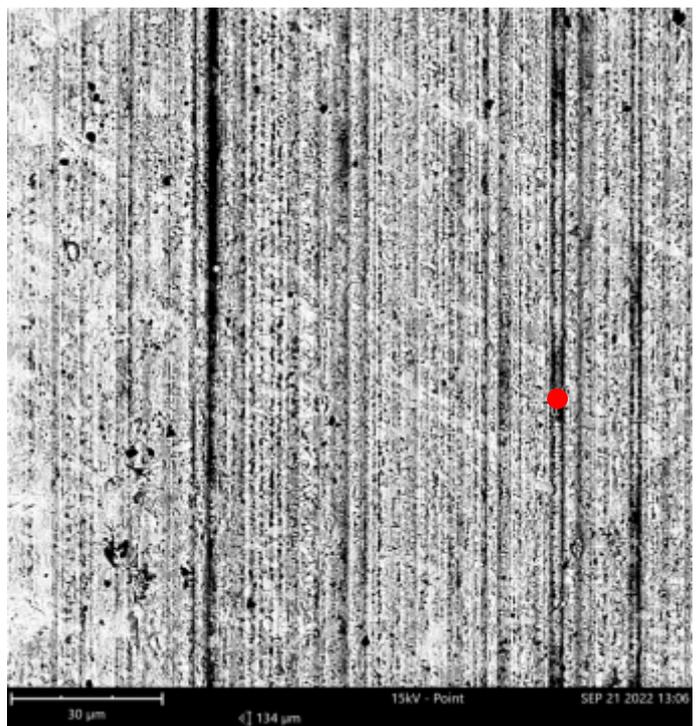
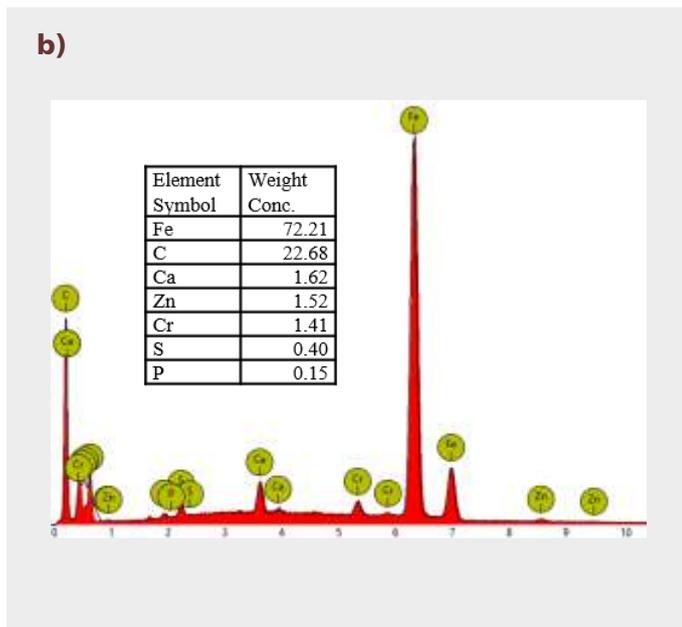
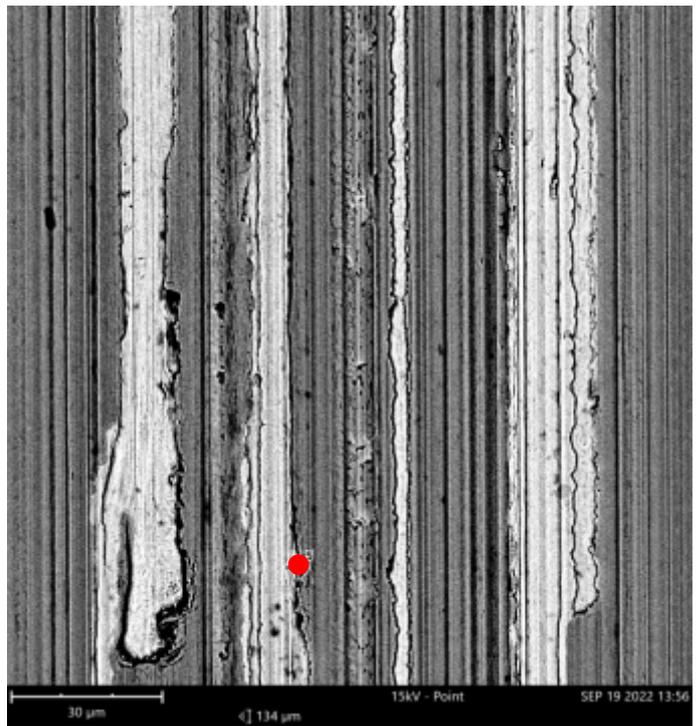
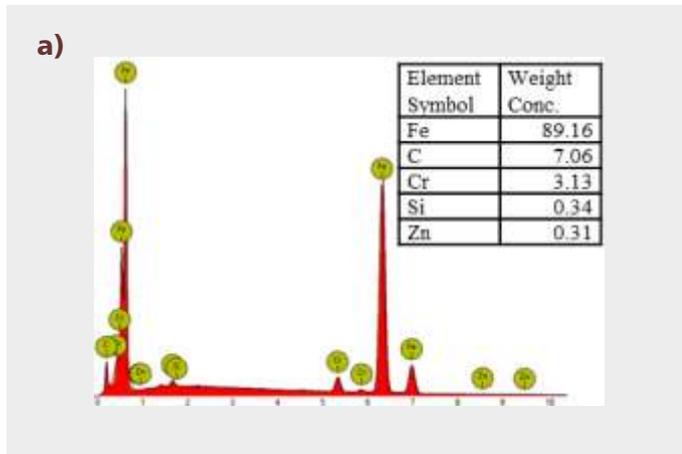


Rys. 15. Obraz SEM śladu zużycia oraz widma promieniowania charakterystycznego wraz z analizą składu chemicznego po tarcii ze smarowaniem PAO 8: a) DLC A, b) DLC C

zaobserwowano liczne odpryski i wykruszenia powłoki.

Literatura

- [1] Chowdhury S., Laugier M.T., Rahman I.Z.: Effects of substrate temperature on bonding structure and mechanical properties of amorphous carbon films. *Thin Solid Films*, 447–448, (2004), 174–180.
- [2] Czyżniewski A.: Powłoki DLC w zastosowaniu do pokrywania elementów maszyn, *Inżynieria Materiałowa*, R. XXIV, 6, 435–438.
- [3] Donnet C., Erdemir A., (Editors): *Tribology of diamond-like carbon films. Fundamentals and applications*. Springer, New York, 2008.
- [4] Du J., Hao J., Zhang X., Su G., Zhang P., Sun Y, Zhang J., Xu C.: Finite element investigation of cutting performance of Cr/W-DLC/DLC composite coated cutting tool, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 118 (2022) 2177–2192.
- [5] Kowalczyk J., Milewski K., Madej M., Ozimina D.: The properties of lubricated friction pairs with diamond-like carbon coatings, *Open Engineering*. 10 (2020) 688–698.



Rys. 16. Obraz SEM śladu zużycia po tarciu ze smarowaniem 5W30: a) DLC A, b) DLC C

[6] Madej M.: Właściwości powłok diamentopodobnych, Inżynieria Maszyn, 4, 2011, 75-84.

[7] Milewski K., Madej M., Ozimina D.: Tribological properties of Diamond-like carbon coatings at friction joints lubricated with ionic liquid. Tribologia, nr 5/2019, 59-69.

[8] Sahoo S., Pradhan S.K., Bhavanasi V., Pradhan S.S., Sarangi S.N., Barhai P.K.: Influence of bowl shaped substrate holder on growth of polymeric DLC film in a microwave plasma CVD reactor, Bulletin of Materials Science. 35 (2012) 1117-1121.

[9] Sulaiman M.H., Farahana R.N., Mustafa M. N., Bienk K., Tribological properties

of DLC coating under lubricated and dry friction condition Materials Science and Engineering, 670, 2019, 1-4.

[10] Wang L., Nie X, Hu X.: Effect of Thermal Annealing on Tribological and Corrosion Properties of DLC Coatings, Journal of Materials Engineering and Performance. 22 (2013) 3093-3100. ■

Zapewnienie jakości poprzez optymalny proces mycia

W dzisiejszych czasach czystość komponentów jest takim samym kryterium jakościowym, jak dokładność wymiarowa. Jest ona definiowana przez określone specyfikacje czystości cząstek, a coraz częściej także cienkich warstw. Niezawodne spełnienie tych wymagań może być nie lada wyzwaniem. Aby działania były opłacalne, coraz ważniejsze staje się zaprojektowanie procesów mycia zgodnie z wymaganiami użytkownika i uzyskanie powtarzalnych wyników czystości.

Niezależnie od branży, mycie detali stało się dzisiaj jednym z kluczowych procesów w procesie produkcji. Po pierwsze, części muszą być wystarczająco czyste do kolejnych etapów obróbki, takich jak powlekanie, drukowanie, obróbka cieplna czy montaż. Po drugie, jakość i funkcjonalność produktu są

formowania i rozdzielania itp. mogą pogorszyć jakość połączeń w procesach łączenia, takich jak spawanie laserowe, lutowanie i klejenie.

Jeśli chodzi o zanieczyszczenie cienkowarstwowe, specyfikacje czystości są często definiowane w kategoriach energii powierzchniowej lub napięcia powierzchniowego ($\text{mN/m} = \text{miliniutony na metr}$). Zgodność można stosunkowo łatwo sprawdzić za pomocą tuszów testowych i mierząc kąty styku.



Czystość komponentów jest kryterium jakościowym które przyczynia się do satysfakcji klienta, a przez to wysokiego poziomu konkurencyjności. *Photo: Ecoclean*

w dużej mierze zależne od czystości komponentów. W ostatnich latach skupiano się na usuwaniu zanieczyszczeń pyłowych, w tym wiórków powstających w procesach obróbki i formowania, ale także zadziórów i cząstek powstałych w wyniku ścierania. Tymczasem zanieczyszczenie cienkowarstwowe również nabrało znaczenia. Dzieje się tak, ponieważ najmniejsze pozostałości olejów i emulsji po obróbce skrawaniem, środków czyszczących, środków do ciągnięcia,

Dostosowanie procesów mycia chemicznego na mokro do danego zadania

W przypadku zdecydowanej większości detali specyfikacje dotyczące czystości cząstek i/lub warstwy można spełnić przy wykorzystaniu procesów mycia chemicznego na mokro. Części są na ogół myte partiami, albo luzem, albo ułożone w koszach. Jednak stabilną i powtarzalną jakość procesu oraz stałe, dobre wyniki można osiągnąć tylko wtedy, gdy chemia myjąca oraz maszyna i technologia procesu są optymalnie dostosowane do zadania mycia.

Dobór odpowiedniego środka myjącego do zanieczyszczenia

Przy wyborze środka myjącego, zasada chemiczna „podobne rozpuszcza podobne” powinna służyć jako wskazówka. Oznacza to, że zanieczyszczenia polarne, takie jak emulsje chłodzące, pasty polerskie, sole, cząstki ściernie i inne ciała stałe są zwykle usuwane za pomocą wody jako polarnego środka myjącego w połączeniu ze środkami o neutralnym pH, kwasowymi lub alkalicznymi. W przypadku zanieczyszczeń na bazie oleju mineralnego (organicznych, niepolarnych), takich jak oleje obróbcze, smary i woski, zwykle stosuje się rozpuszczalniki, takie jak węglowodory bezchlorowcowe lub



Mycie ultradźwiękowe pozwala spełnić najwyższe wymagania czystościowe w bardzo krótkim czasie.

węglowodory chlorowane. Alkohole modyfikowane (3-butoksy-2-propanole) mają właściwości lipofilowe i hydrofilowe, a zatem są zdolne do usuwania w pewnym stopniu zarówno niepolarnych, jak i polarnych zanieczyszczeń.

Aby dokładnie określić, który środek myjący jest najlepszy do skutecznego usuwania zanieczyszczeń przywierających do detali, zaleca się przeprowadzenie prób mycia z oryginalnie zanieczyszczonymi częściami. W swoich centrach technologicznych na całym świecie Ecoclean GmbH dysponuje różnymi maszynami myjącymi do wszystkich rodzajów mediów myjących. Służą one do przeprowadzania testów mycia części wykonanych z metalu, tworzyw sztucznych, materiałów ceramicznych, szkła i ich kombinacji. Oprócz osiągalnego wyniku mycia zespół sprawdza również, czy materiały ele-



Rozpoczynając mycie wodne, myjka EcoCube jest idealną maszyną, która łączy kompaktowe wymiary, niską wagę, dwa standardowe zbiorniki i prostą obsługę.



Maszyna EcoCvelox łączy gratowanie i mycie z wysokim poziomem automatyzacji i prostym programowaniem, tak, że procesy te można przeprowadzić w jednym etapie produkcji w ekonomiczny sposób. *Ecoclean GmbH*

mentów, które mają być czyszczone, są kompatybilne z używanymi środkami myjącymi.

Minimalizacja kosztów mycia dzięki odpowiedniej technologii procesu

Im szybciej i skuteczniej w procesie mycia spełnione są wstępnie zdefiniowane specyfikacje czystości, tym mniejszy jest jednostkowy koszt mycia. Efekt działania środka myjącego jest zatem wzmacniany przez różne technologie procesowe, takie jak natryskiwanie, odtłuszczenie parowe, mycie zanurzeniowe, ultradźwiękowe i zanurzeniowo-natryskowe, a także mycie wysokociśnieniowe, które służy do jednoczesnego gratowania części.

Podczas mycia natryskowego energia kinetyczna strumienia wzmacnia działanie zastosowanych środków myjących i usuwa zanieczyszczenia z powierzchni elementu. Do wszystkich lub określonych obszarów, np. otwory wywiercone lub ślepe otwory przykładają się ciśnienie od 2 do 20 barów. Szczególnie przy precyzyjnym myciu natryskowym jego rezultat zależy od tego, jak dysze są skierowane na mytą powierzchnię. Wynik można poprawić, przesuwając detal względem dyszy natryskowej lub odwrotnie. Tam, gdzie wymagania czystościowe są wysokie, mycie natryskowe może być również stosowane jako końcowy etap w celu usunięcia wszelkich drobnych cząstek, które nadal przylegają do powierzchni.



W przypadku, kiedy musimy usunąć zanieczyszczenia organiczne, nowoczesne rozpuszczalnikowe maszyny myjące robią więcej, niż tylko pozwalają osiągnąć wymagany poziom czystości. Pozwalają też spełnić wysokie wymagania środowiskowe i znacznie wydłużyć żywotność rozpuszczalnika dzięki zintegrowanej destylacji środka myjącego.

Podczas odtłuszczenia parowego, które odbywa się w zamkniętej komorze roboczej rozpuszczalnikowej maszyny myjącej, środek myjący jest podgrzewany do temperatury wrzenia, a powstałe opary rozpuszczalnika kierowane są na myte elementy. Różnica temperatur między gorącymi oparami a chłodniejszym detałem powoduje kondensację rozpuszczalnika na powierzchni mytego przedmiotu, co tworzy efekt płukania. Odtłuszczenie parowe służy do usuwania zanieczyszczeń, takich jak oleje, smary i emulsje z lekko zabrudzonych części.

W myciu zanurzeniowym, które można przeprowadzić za pomocą środków na bazie wody i rozpuszczalników, zanieczyszczenia są usuwane przede wszystkim w wyniku chemicznego działania medium. Efekt ten można wzmocnić wychylając i obracając detale. Proces ten jest najczęściej stosowany w przypadku części o złożonej geometrii (z otworami nieprzelotowe lub podcięciami), a często łączy się go z myciem natryskowo-iniekcyjnym (IFW) i/lub myciem ultradźwiękowym.

Mycie zalewowo-iniekcyjne jest stosowane w prawie wszystkich procesach mycia elementów silnie zanieczyszczonych wiórami i olejem lub emulsją. Części są poddawane ciśnieniu od 3 do 15 barów w kąpeli zanurzeniowej. Ponieważ odbywa się to poniżej poziomu cieczy, generowane są duże przepływy objętościowe, które mogą łatwo penetrować otwory nawet w elementach o bardzo złożonej geometrii.

Mycie ultradźwiękowe opiera się na zjawisku kawitacji: sygnały elektryczne generowane z określoną częstotliwością przez generator ultradźwięków są przekazywane przez przetwornik

jako fale dźwiękowe do płynu myjącego. Powoduje to wzajemne oddziaływanie podciśnienia i nadciśnienia, z mikroskopijnymi pęcherzykami gazu tworzącymi się w fazach podciśnienia, które zapadają się (implodują) w późniejszej fazie nadciśnienia. Powoduje to powstawanie w cieczy mikroprądów, które praktycznie „wysadzają” i zmywają wszelkie zanieczyszczenia stałe i cienkowarstwowe przylegające do detali. Dla efektu mycia obowiązuje następująca zasada: im niższa częstotliwość, tym większe pęcherzyki kawitacyjne i wyższa uwalniana energia.

Gratowanie i mycie w jednym kroku

Zastosowanie strumienia wody pod wysokim ciśnieniem, zwykle w zakresie od 300 do 1000 barów, ale czasem wyższym lub niższym w zależności od zastosowania, umożliwia niezawodne usuwanie zadziórów powstałych podczas obróbki skrawaniem i jednoczesne mycie detali. Mycie wysokociśnieniowe służy również do usuwania pozostałości piasku z odlewów oraz uporczywych zabrudzeń z powierzchni części, w tym pozostałości spawalniczych i zgorzeli. Stosowane ciśnienia zależą od rodzaju i poziomu zanieczyszczenia, a także od wyników badań uzyskanych w Centrach Technologicznych Ecoclean.

Oprócz medium myjącego i technologii systemu, na jakość procesu ma wpływ personel obsługujący maszynę myjącą. Znajomość wzajemnych powiązań i procesów na etapie mycia detali w produkcji ma zatem kluczowe znaczenie dla powtarzalnego i ekonomicznego spełniania wymagań czystości. ■

reklama

RoTec Polska
Wylączne przedstawicielstwo
firmy Ecoclean GmbH
www.rotect.pl

Mycie detali

Ekonomicznie i wydajnie

SBS ECOCLEAN GROUP

www.ecoclean-group.pl

ECOCLEAN
technology that inspires

- Mycie rozpuszczalnikowe
- Mycie wodne
- Mycie ultradźwiękowe
- Wysokociśnieniowe gratowanie wodne
- Obróbka powierzchni i mycie selektywne



Czy digitalizacja profilu firmy, wyszukiwania poddostawców, sporządzania zapytań i ofert jest możliwa?

Na naszych oczach odbywa się kolejna rewolucja przemysłowa. Coraz bardziej w bieżącym funkcjonowaniu przedsiębiorstwa oraz życiu codziennym zwiększa się udział internetu (kupno-sprzedaż, praca zdalna, przechowywanie danych w chmurze, wykorzystywanie smartfonów). Duży udział w tych procesach to cyfryzacja oraz scalanie systemów wymiany informacji. Od zawsze procesy wyszukiwania zaufanego partnera biznesowo-kooperacyjnego były obciążone wysokimi kosztami zarówno czasowymi jak i finansowymi. Dotychczasowe sposoby pozyskania i dotarcia do takiego partnera w dobie obecnego postępu technicznego okazują się przestarzałe i niewystarczające. Wydaje się, że w dobie kryzysów oraz działań związanych z integracją środowisk – przedsiębiorstwa poszukują rozwiązań ułatwiających powiązanie współpracy w procesie wytwórczym z branżą IT.

PROPOZYCJA ROZWIĄZANIA NA POTRZEBY RYNKU

W obecnych czasach nie brak narzędzi do wyszukiwania: maszyn, technologii, materiałów czy narzędzi. W wynikach zwykle otrzymujemy nieograniczoną ilość propozycji które jak się okazuje w kolejnym etapie są problemem – należy ocenić, który wynik jest najbardziej właściwy. Nie lada wyzwaniem staje się odszukanie konkretnej oferty często z dedykowanym parkiem maszyn, zadowalającym okresem oczekiwania, znajdującą się w akceptowalnej odległości, itd. Z drugiej strony często sami oferujemy własne usługi, poszukujemy zleceń na wybrane technologie (często dostępne „od ręki”), oferujemy własne produkty. Skojarzenie tych procesów to nie małe wyzwanie dla naszych służb zakupowo-sprzedazowych.

Pomocnym tutaj może być system cyfrowego kojarzenia firm – MetalTop.pl. System powstał po to, aby w innowacyjny sposób skomunikować ze sobą firmy funkcjonujące w szeroko pojętym przemyśle maszynowym szukające konkret-

nych usług lub dostawców bądź też je same oferujące.

Ponad 20-letnie doświadczenie zawodowe twórców i napotykanie w tym okresie problemy związane z dotarciem do optymalnych partnerów, a więc informacji typu: kto w czasie rzeczywistym i w jakim zakresie dysponuje koniecznym parkiem maszynowym, poszukiwaną usługą lub technologią, posiada żądany profil produkcji lub oferuje dane towary takie jak: maszyny, materiały czy narzędzia sprawiły, że zaczęliśmy się zastanawiać, jak można ten problem rozwiązać – wyjaśnia Janusz Wyderka twórca systemu.

System skierowany jest do firm produkcyjnych posiadających parki maszyn, wytwarzających narzędzia (formy, tłoczniaki), dostawców materiałów produkcyjnych, materiałów, komponentów produkcyjnych, narzędzi, maszyn i urządzeń. Przede wszystkim dotyczy firm świadczących usługi i działających w ramach kooperacji. Szczególnie w tym zakresie brakowało narzędzia do bieżącej i dynamicznej wymiany informacji pomiędzy tymi podmiotami.

Metal Top oferuje wiele dodatkowych udogodnień, które ułatwiają poruszanie się po serwisie i sprawne odnalezienie interesującej nas oferty. Z tych najbardziej przydatnych mógłbym wymienić: pełną bieżącą osobistą kontrolę własnego profilu, dodawanie kolejnych czy aktywacja i deaktywacja posiadanych maszyn w przypadku ich zajętości lub gotowości do świadczenia usług, sygnalizacja wolnych mocy przerobowych „od ręki”, możliwe tworzenie zapytań złożonych z pełną lub częściową technologią, powiadomianie e-mailowe o zaistniałych dopasowaniach – przekonuje właściciel serwisu.

Użytkownicy MetalTop, mogą uściślić kryteria wyszukiwania, kierując się ogromną liczbą kategorii usługowych jak i towarowych. Aby doprecyzować wyszukiwanie do dyspozycji są charakterystyki parametryczne takie jak: osiągi maszyny, obrabiane materiały, okres oczekiwania na dostępność, wielkość serii, odległość oraz wiele innych.

System za każdym razem wyszuka nam tylko te propozycje, które spełniają wszystkie nasze parametryczne kryteria



o ile wcześniej zostały takie zgłoszone przez oferenta.

Dzięki temu, możemy znaleźć firmę, która zrealizuje cały wymagany przez nas proces, a nie tylko jego poszczególne etapy. Interaktywne podpowiedzi to tylko jedno z elementów doskonalenia systemu. Ponadto w planach są kolejne elementy wsparcia dla użytkownika. *Podczas tworzenia systemu nagromadzone zostało bardzo wiele koncepcji i możliwości dalszego rozwoju co zaprocentuje dalszą digitalizacją tańców kooperacji z korzyścią dla*

firm korzystających z systemu. – mówi Janusz Wyderka.

KORZYŚCI I PRZEWAŻY CYFROWEJ PLATFORMY METALTOP.PL

Metal Top to innowacyjna platforma do zarządzania pytaniami, ofertami zleceniami z branży metalowej i tworzywowej, dostarczająca specjalistyczne narzędzia do składania i przyjmowania ofert oraz informowania o posiadanych zasobach i technologiach, wykorzystująca mechanizm uczenia maszynowego. Skupiając się na innowacyjności należy jasno zaznaczyć, że nie jest to zwykły internetowy katalog

branżowy. Jest to narzędzie, które umożliwi wykonawcom i klientom dostęp do funkcji które umożliwią znaczący rozwój własnego biznesu. Dodatkowo, w systemie możliwe jest budowanie bazy własnych partnerów korzystając z oceny wiarygodności użytkowników (terminowość i jakość usług, kompetencje, rzetelność kontaktu).

To wszystko sprawia, że innowacja rynkowa jaką jest system MetalTop.pl ma bardzo pozytywny wpływ na rozwój firm, redukcję poświęcanego czasu na dane procesy biznesowe oraz zwiększenie jakości świadczonych usług. ■

reklama

Branża obróbki metali nie rezygnuje z inwestycji w park maszyn i urządzeń

Co trzecia firma (34 proc.) z branży obróbki metali planuje zwiększyć nakłady na odnowienia parku MiU w nadchodzących miesiącach, a co druga (55 proc.) utrzymać je na dotychczasowym poziomie. Spadki zakłada jedynie 6 proc. ankietyowanych – wynika z badania Siemens Financial Services w Polsce. Takie dane wskazują, że duża część przedsiębiorców z branży stara się nie rezygnować z inwestycji we własną konkurencyjność. Ponadto niemal 70 proc. firm obrabiających metale inwestując w park MiU wykorzystuje finansowanie zewnętrzne.

Wyniki ostatniego badania Index MiU wskazują, że jedna trzecia (34 proc.) przedstawicieli firm z branży obróbki metali planuje zwiększyć nakłady na odnowienia parku maszyn i urządzeń w nadchodzących miesiącach. Ponad połowa

Jak wynika z naszego badania ponad połowa (54,5 proc.) firm z branży obróbki metali inwestując w MiU stawia na finansowanie zewnętrzne połączone ze środkami własnymi, a 14,4 proc. korzysta tylko ze środków pozyskanych



Źródło: Badanie Instytutu Keralla Research na zlecenie Siemens Financial Services w Polsce, wrzesień 2022 r. N = 100 firm produkcyjnych (MSP z branży obróbki metali)

(55 proc.) chce utrzymać je na tym samym poziomie, a 6 proc. uważa, że w najbliższym czasie zmniejszy wydatki na ten cel. Podobnie badani oceniają automatyzację procesów produkcji. W tym przypadku co czwarty (27 proc.) przedsiębiorca planuje zwiększenie inwestycji w tym obszarze, a 63 proc. twierdzi, że utrzyma je na porównywalnym poziomie. Jedynie 3 proc. badanych przewiduje spadek wydatków.

od wyspecjalizowanych do tego podmiotów. Oznacza to, że łącznie niemal 70 proc. firm z branży odnawiając posiadany park maszyn i urządzeń, angażuje środki zewnętrzne. Warto w tym miejscu podkreślić, że finansowanie zewnętrzne ułatwia inwestowanie w modernizację oraz rozwój MiU. Wykorzystywanie wsparcia doświadczonych partnerów biznesowych jest zapewne jednym z czynników, który sprawia, że mimo wymagającej sytuacji makroekonomicznej

przedsiębiorcy z branży obróbki metali planują inwestować w nowe technologie – mówi Katarzyna Kaczmarek, CEO w Siemens Financial Services w Polsce.

NIŻSZA ZDOLNOŚĆ DO KONKUROWANIA

Aktualny odczyt sub-indeksu dla branży obróbki metali wynosi 46,40 pkt. To spadek o 6,53 pkt w porównaniu do poprzedniego pomiaru przeprowadzonego we wrześniu 2021 roku. Oznacza to, że producenci obrabiający metale mają obecnie niższą zdolność do podejmowania rywalizacji. Największy wpływ na spadek kondycji do konkurencyjności przedsiębiorstw z tej branży miały zmiany w obszarze sprzedaży krajowej oraz działalności eksportowej.

Niższy potencjał do konkurencyjności firm z branży obróbki metali ma związek z coraz bardziej wymagającą sytuacją na powiązanych z nią rynkach, takich jak motoryzacyjny czy budowlany. Wyniki naszego badania pokazują, że przedsiębiorcy z ostrożnością oceniają to, jak będą wyglądały nadchodzące miesiące. Aż 24 proc. respondentów z tej branży uważa, że w najbliższym czasie należy spodziewać się spadku sprzedaży krajowej, a 16 proc. jest zdania, że zmniejszy się również eksport. W kontekście takich prognoz, plany przedsiębiorców dotyczące in-

Sub-indeks dla branży obróbki metali Przedsiębiorstwa w słabszej formie niż rok temu

Wrzesień 2021

Wrzesień 2022



Źródło: Badanie Instytutu Keralla Research na zlecenie Siemens Financial Services w Polsce, wrzesień 2022 r. N = 100 firm produkcyjnych (MŚP z branży obróbki metali)

westycji w MiU pokazują, że wielu z nich rozumie jak istotne jest obecnie budowanie zdolności do konkurencyjności poprzez odpowiednie wykorzystanie technologii oraz źródeł ich finansowania – mówi Łukasz Puławski, Head of Industry Sales w Siemens Financial Services w Polsce. ■

reklama

**FREZOWANIE I
WIERCENIE
W CAŁKIEM
NOWYM ŚWIETLE.**



**Zmień punkt widzenia i wybierz
markę Osawa.**

OSAWA
DRILLS & END MILLS

Marka Osawa jest własnością
spółki Sorma S.p.a.

www.osawa.it

Zmiana geometrycznych cech współpracujących powierzchni miarą intensywności procesu zużywania ostrzy skrawających

JAROSŁAW ROBERT MIKOŁAJCZYK *

Przedmiotem badań opisanych w niniejszej pracy jest proces zużywania elementów pary ciernej ze stykiem konforemnym zachodzący w obecności medium eksploatacyjnego z dodatkiem modyfikującym o zdefiniowanym składzie. Proces zużywania analizowano w aspekcie zmiany cech geometrycznych współpracujących elementów, a więc wielkości, najczęściej wykorzystywanych jako wskaźniki zużycia narzędzi skrawających.

1. Wprowadzenie

Procesy zużywania są praktycznie nieodłącznie związane z funkcjonowaniem obiektów technicznych. Wpływają one destrukcyjnie na ich stan techniczny, prowadząc do uszkodzeń. Większość tych uszkodzeń inicjowanych jest w warstwie wierzchniej (WW) współpracujących elementów, dlatego też właśnie warstwie tej nadaje się cechy zwiększające odporność na działanie wymuszeń podczas pracy maszyn i urządzeń. Warstwa wierzchnia jest więc obiektem badań prowadzonych w wielu ośrodkach naukowych. Stwierdzono, że od cech warstwy wierzchniej ukonstruowanej w wyniku realizacji złożonego procesu technologicznego zależy mechanizm i intensywność procesu zużywania [1, 13, 14, 15]. Powyższe stwierdzenia dotyczą także narzędzi skrawających, których trwałość ostrzy determinuje efektywność procesów wytwarzania.

2. Procesy zużywania ściernego

Procesy zużywania ściernego zachodzą w WW jako rezultat tarcia występującego między współpracującymi ele-

mentami. Na skutek tego mogą występować takie zjawiska jak: zmiany wymiarów geometrycznych i masy, a także struktury i własności fizycznych warstw wierzchnich obszarów styku. Intensywność zużywania jest funkcją różnego rodzaju wymuszeń zewnętrznych oraz cech tworzyw konstrukcyjnych warstw wierzchnich w aspekcie odporności na występujące wymuszenia.

Warstwę wierzchnią zdefiniowano w polskiej normie [11] jako: „...warstwa materiału ograniczona rzeczywistością powierzchnią przedmiotu, obejmująca tę powierzchnię oraz część materiału w głąb od powierzchni rzeczywistej, która wykazuje zmienione cechy fizyczne, a czasem chemiczne w stosunku do cech tego materiału w głębi przedmiotu”. Norma ta, chociaż formalnie wycofana (bez wprowadzenia zamiennika) zawiera wszystkie istotne cechy jakimi charakteryzuje się WW.

Warstwa wierzchnia WW elementów maszyn konstruowana podczas procesu wytwarzania jest nazywana technologiczną warstwą wierzchnią (TWW). Jej cechy, tzn. właściwości, własności

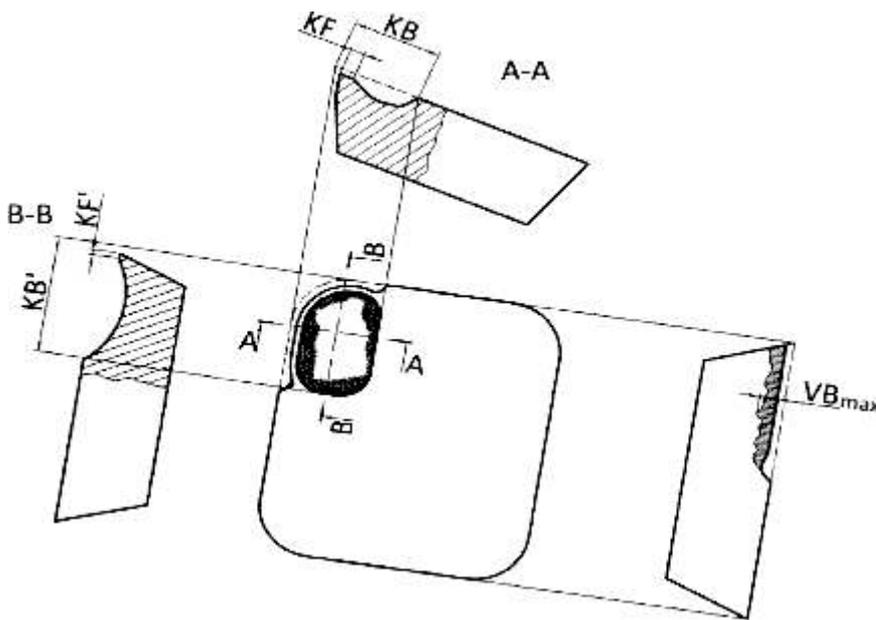
i struktura, w największym stopniu zależą od parametrów i rodzajów stosowanej obróbki wykończeniowej oraz od rodzaju tworzywa konstrukcyjnego, z którego wykonano współpracujące elementy.

Uzyskane w procesie produkcji cechy technologiczne nie są stałe. Pod wpływem eksploatacyjnych wymuszeń zewnętrznych, m.in. oddziaływania środowiska, obciążenia lub temperatury, ulegają one zmianom. Zmiany te mogą wystąpić również samorzutnie, tzn. bez udziału czynników zewnętrznych. Warstwa wierzchnia w tej fazie istnienia maszyny nazywa się eksploatacyjną warstwą wierzchnią (EWW). W tej fazie proces zużywania zachodzi z największą intensywnością, powodując zmiany w strukturze stereometrycznej powierzchni, nazywanej częścią strukturą geometryczną powierzchni (SGP).

Do grupy parametrów opisujących SGP decydujących o właściwościach i właściwościach WW zalicza się parametry określające następujące cechy powierzchni:

- chropowatość;
- kierunkowość;
- falistość,
- defekty SGP.

* Dr inż. Jarosław Robert Mikołajczyk Akademia Nauk Stosowanych im. Stanisława Staszica w Pile, Katedra Inżynierii Mechanicznej; e-mail: jmikolajczyk@ans.pila.pl.



Rys. 1. Wskaźniki zużycia ostrza skrawającego [4]

Zgodnie z definicją zawartą w normie [10], chropowatość powierzchni określana jest jako „zbiór nierówności powierzchni rzeczywistej, umownie określanych jako odchyłki profilu zmierzonego od linii odniesienia w granicach odcinka, na którym nie uwzględnia się odchyłek falistości i kształtu.” Parametry chropowatości, określające SGP zostały sklasyfikowane w następujących grupach:

- parametry pionowe (amplitudowe);
- parametry poziome (odległościowe, horizontalne);
- parametry hybrydowe (mieszane);
- charakterystyczne krzywe.

W przypadku narzędzi skrawających, skutek procesu zużycia obserwowany jest nie tylko jako zmiany w SGP ostrza skrawającego lecz także jako kształt i wymiary ubytków powstających na jego powierzchniach roboczych – rys. 1.

Charakter styku ostrza z obrabianą powierzchnią jest mieszany. Krawędź ostrza jest w styku skoncentrowanym z materiałem obrabianym, natomiast powierzchnie funkcyjne ostrza są z nim w styku konforemny. Przedstawione na rys. 1 wskaźniki mają wymiar liniowy, o intensywności procesu zużycia świadczyć zatem będzie gradient zmian cech geometrycznych ubytków powstałych w wyniku procesu zużycia.

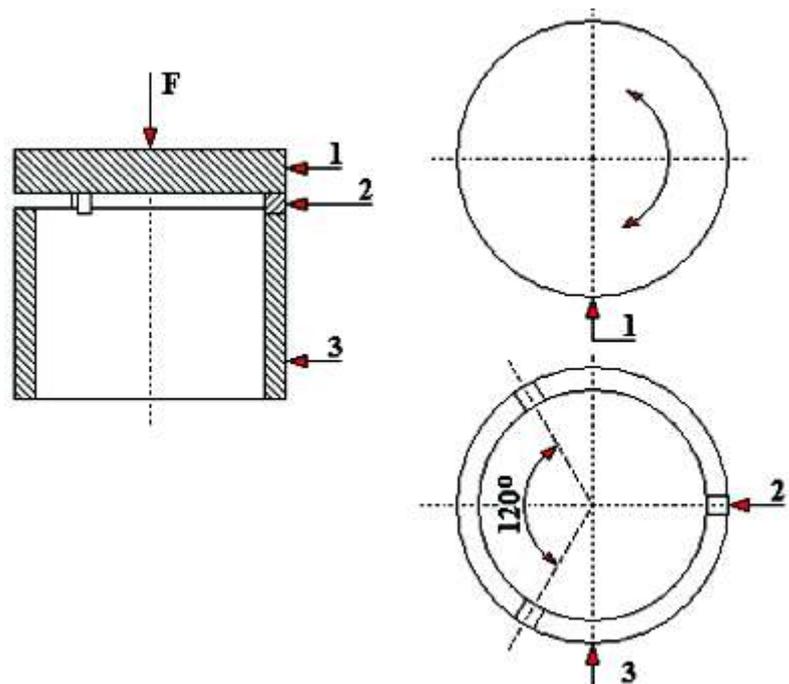
Podstawowym sposobem zmniejszającym intensywność procesu zużycia jest smarowanie współpracujących powierzchni. Do tego celu używa się środków smarowych stanowiących zazwyczaj mieszaninę oleju bazowego i dodatków smarowych. Poznając jak najobszerniej reguły i mechanizmy, które występują podczas zużycia elementów pary ciernej,

można dobrać dodatki smarowe w taki sposób, aby podczas eksploatacji zapewniły minimalne zmiany w warstwie wierzchniej, a zarazem jak najdłuższy czas pracy z niezmiennymi rezultatami.

Celem prezentowanych badań było określenie intensywności procesu zużycia w zdefiniowanych warunkach, a także zweryfikowanie hipotezy dotyczącej możliwości wykorzystania zmian wymiarów liniowych jako miary intensywności procesu zużycia w środowisku smarowanym medium z dodatkami modyfikującymi. Intensywność procesu zużycia określano na podstawie obserwowanych zmian wybranych parametrów chropowatości.

3. Warunki badań

Na rys. 2 przedstawiono ogólną zasadę współpracy próbki z przeciwpróbką realizowanej na stanowisku badawczym. Na powierzchni czołowej tulei ustalającej (3) mocuje się nieruchomo badane próbki (2) w trzech rowkach, które są wykonane co 120°. Uzyskuje się w ten sposób trójpowierzchniowy, równomiernie rozłożony docisk siłą F współpracujących elementów, realizowany poprzez napięcie sprężyny. Oscylacyjny ruch względny wykonuje przeciwpróbka (1).



Rys. 2. Schemat współpracy próbek z przeciwpróbką: 1 – przeciwpróbka; 2 – próbka; 3 – podstawa do mocowania próbek (tuleja ustalająca próbki); F – siła docisku [9]

Próbki wykonane były z ulepszonej cieplnie stali C45 o twardości 40HRC, natomiast przeciwpróbka wykonana była ze stali 102Cr6 zahartowanej do twardości 60 HRC. Twardość przeciwpróbki zdecydowanie przewyższała (o 50%) twardość próbek po to, aby zmiany stanu struktury geometrycznej powierzchni występowały przede wszystkim w warstwie wierzchniej próbek. Próbki z przeciwpróbką współpracowały przy obciążeniu zewnętrznym wynoszącym 600 N, co przy powierzchni styku próbek z przeciwpróbką wynoszącym 300 mm², odpowiada teoretycznym naciskom w strefie styku 2.0 MPa. Prędkość ruchu względnego podczas badań wynosiła 0,16 m/sek. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na Rys. 3.

Zmiany zachodzące w warstwie wierzchniej obserwowano mierząc parametry chropowatości ze zbioru parametrów pionowych: R_a (jako parametru najczęściej stosowanego w praktyce przemysłowej) oraz R_q .

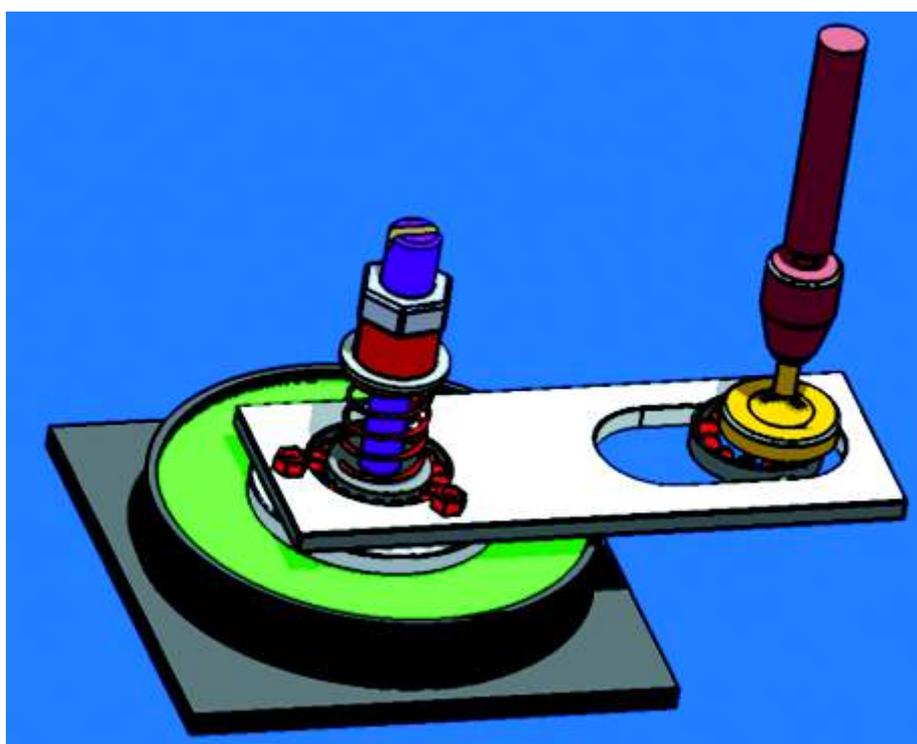
Parametr R_a , czyli średnia arytmetyczna rzędnych profilu ma charakter uśredniający i dlatego nie stanowi informacji o kształcie profilu. Jest on niezależny od tego, czy profil ma wierzchołki czy wgłębienia. W niniejszej pracy parametr ten poddano analizie w zależności od stężenia wybranych dodatków smarów.

Parametr R_q będący średnią kwadratową rzędnych profilu chropowatości jest równocześnie odpowiednikiem odchylenia standardowego wartości rzędnych wewnątrz odcinka pomiarowego. Parametr ten ma w większym stopniu charakter statystyczny niż R_a . Jego wartość jest bardziej zależna od pojedynczych wzniesień i wgłębień niż R_a .

Pomiary parametrów opisujących strukturę geometryczną powierzchni dokonywano za pomocą profilografometru Hommel Tester 2000 firmy Hommel Werke.

Na podstawie badań wstępnych przyjęto wartość drogi tarcia wynoszącą 2000 m. Dla tej drogi tarcia w przypadku stosowania jako środka smarnego czystej bazy olejowej SN-150 następuje stabilizacja badanych czynników.

Jako dodatki do bazy olejowej SN-150 wybrano preparaty eksploatacyjne Motor Life oraz Mind M. Przy ich wy-



Rys. 3. Stanowisko do badań tribologicznych [8]

borze kierowano się następującymi kryteriami:

- dostępność;
- mechanizm działania;
- przeznaczenie.

Pierwszy z w/w preparatów jest szeroko rozpowszechniony w Polsce. Powoduje modyfikację warstwy wierzchniej poprzez wytworzenie warstwy granicznej w wyniku sorpcji fizycznej i chemicznej. Zawiera syntetyczne komponenty bazo-we, dodatki przeciwdziałające zużyciu, antyutleniające, związki przeznaczane do pracy w ekstremalnych ciśnieniach. Preparat Mind M natomiast stanowi kompleks węglowodorowy łączący się chemicznie z metalem podłoża, tworząc mikroskopijną jednocząsteczkową niewypłukiwalną warstwę. Rozkłada siły nacisku na większą powierzchnię, tym samym zwiększając trwałość materiałów konstrukcyjnych. Wchodzi w reakcje z podłożem metalicznym (żelaznym lub nie-żelaznym) głównie w miejscach o podwyższonej temperaturze procesu tarcia [2, 3, 5, 6].

Producenci w/w preparatów zalecają stosowanie 5% ich stężenia w bazie olejowej. W niniejszej pracy przyjęto stężenia zarówno mniejsze od tej wartości jak i większe w celu lepszego poznania ich

działania. Przyjęto więc następujące stężenia: 0% (czysta baza olejowa); 0,5%; 1%; 2%; 5% i 7% (wagowo) badanego dodatku w bazie olejowej. Trzecim preparatem eksploatacyjnym (PE) była kompozycja składająca się z Motor Life'u i Mind'u M w stosunku 1:1 o w/w stężeniach [7].

4. Wyniki badań

W Tabeli 1 zestawiono otrzymane wartości parametrów R_a oraz R_q dla badanych stężeń preparatów eksploatacyjnych.

Na podstawie analizy danych zawartych w Tabeli 1 można stwierdzić, że w wyniku procesu eksploatacji wartość badanego parametru R_a zmieniała się następująco:

- dla stężeń PE Motor Life w oleju bazowym SN-150 równych: 1%; 2% oraz 7% R_a zmniejszył swoją wartość po zużyciu;
- dla stężeń PE Mind M w oleju bazowym SN-150 równych: 1%; 2% oraz 7% R_a zmniejszył swoją wartość po zużyciu;
- dla stężeń PE Komp w oleju bazowym SN-150 równych: 1%; 2%; 5% oraz 7% R_a zmniejszył swoją wartość po zużyciu.

W/w wyniki świadczą o trendzie do zmniejszania się wartości parametru R_a jako skutku procesu zużywania, co można przyjąć jako zjawisko naturalne.

Tabela 1. Wartości parametrów Ra oraz Rq dla różnych stężeń badanych preparatów eksploatacyjnych

Środek smarowy	Stężenie %	Ra przed zużyciem, μm	Rq przed zużyciem, μm	Krotność Rq przed zużyciem	Ra po zużyciu, μm	Rq po zużyciu, μm	Krotność Rq po zużyciu
SN-150	0%	0,08	0,10	1,25	0,24	0,31	1,30
Motor Life + SN-150	0,5%	0,07	0,09	1,29	0,20	0,28	1,40
	1%	0,20	0,26	1,30	0,19	0,25	1,32
	2%	0,18	0,23	1,28	0,17	0,22	1,29
	5%	0,20	0,26	1,30	0,20	0,26	1,30
	7%	0,19	0,25	1,32	0,18	0,24	1,33
Mind M + SN-150	0,5%	0,24	0,31	1,29	0,24	0,31	1,29
	1%	0,25	0,32	1,28	0,24	0,31	1,29
	2%	0,22	0,28	1,27	0,21	0,27	1,29
	5%	0,22	0,29	1,32	0,22	0,28	1,27
	7%	0,25	0,32	1,28	0,24	0,31	1,29
PE Komp + SN-150	0,5%	0,20	0,26	1,30	0,20	0,26	1,30
	1%	0,19	0,23	1,21	0,18	0,22	1,22
	2%	0,18	0,24	1,33	0,16	0,21	1,31
	5%	0,24	0,31	1,29	0,22	0,28	1,27
	7%	0,19	0,24	1,26	0,17	0,22	1,29

reklama

MAKSYMALNA PRECYZJA RAZY DWA

i³ DWUWRZECIONOWE CENTRUM OBRÓBECZE LiFLEX Z TECHNOLOGIĄ I³

2 WRZECIONA Z MOŻLIWOŚCIĄ INDYWIDUALNEJ KOREKTY WE WSZYSTKICH 3 OSIACH LINIOWYCH

Poznaj technologię i³ już teraz

https://www.licon.com/en/machining-centers/i-3-technology

LiCON MT

modular machining centers

- Rozstaw wrzecion od 400 do 1.500 mm
- Wysoka sztywność wrzecion
- Najwyższa dokładność pozycjonowania dzięki kompensacji wpływu wahań temperatury
- Możliwości korekcji tak proste, jak w przypadku maszyny jednowrzecionowej

CENTRA OBRÓBECZE
AUTOMATYZACJA
PROCES TECHNOLOGII
DIAGNOZA / SERWIS

www.licon.com |

Tabela. 2. Średnie wartości krotności parametru Rq względem parametru Ra dla badanych preparatów eksploatacyjnych

Badany PE	Krotność Rq przed zużyciem	Krotność Rq po zużyciu
SN-150	1,25 Ra	1,30 Ra
PE Motor Life + SN-150	1,30 Ra	1,33 Ra
PE Mind M+ SN-150	1,29 Ra	1,29 Ra
PE Komp+ SN-150	1,28 Ra	1,28 Ra

Stwierdzono również, że dla stężenia PE Motor Life równego 0,5% nastąpiło zwiększenie wartości parametru Ra po zużywaniu. O ile zmniejszenie wartości parametru Ra stanowiące zmniejszenie średnich arytmetycznych bezwzględnych wartości rzędnych profilu chropowatości $R(x)$ można wytłumaczyć naturalnym procesem zużywania, o tyle jego wzrost w tym przypadku może świadczyć o tym, że stężenie PE Motor Life jest zbyt małe, aby uzyskać zauważalny pozytywny efekt, tj. zmniejszenie parametru Ra jako skutku procesu zużywania.

Zgodnie z informacjami literaturowymi, np. [12], wartość parametru Rq dla profili losowych o normalnym rozkładzie rzędnych wynosi 1,25 Ra . Jak te zmiany kształtowały się dla poszczególnych stężeń dodatków pokazano w Tabeli 1, natomiast średnie wartości relacji między tymi parametrami uzyskane w niniejszych badaniach zamieszczono w Tabeli 2.

Krotność parametru Rq względem Ra przed procesem zużywania, czyli bezpośrednio po obróbce mechanicznej i po procesie na badanej drodze tarcia praktycznie jest stała. Tym samym można uznać, że badane PE nie wpływają na zmianę rodzaju rozkładu rzędnych mierzonego profilu badanych próbek. Ponadto w/w wyniki świadczą o tym, że rzędne analizowanych parametrów mają rozkład zbliżony do rozkładu normalnego.

5. Podsumowanie i wnioski

W rezultacie przeprowadzonych badań dokonano następujących spostrzeżeń:

- czysta baza olejowa nie zapewnia prawidłowej współpracy elementów wężła tarcowego. Produkty procesu zużywania generują dalszą degradację powierzchni współpracujących elementów na badanej drodze tarcia. Z tego powo-

du nastąpiło znaczne zwiększenie wartości parametrów Ra oraz Rq odpowiednio od 0,08 do 0,24 i od 0,10 do 0,31 μm . Współpracujące powierzchnie nie zostały więc w pełni zabezpieczone przed możliwością wystąpienia tarcia mieszane-go. Celowym wydaje się uzupełnienie składu bazy olejowej o odpowiednie dodatki zmniejszające skutki tarcia;

- zastosowanie niewielkich stężeń, np. 0,5% badanych preparatów eksploatacyjnych może nie zabezpieczyć w pełni powierzchnie współpracujące przed wzajemnym oddziaływaniem powierzchni pary tribologicznej, ponieważ będzie go zbyt mało aby utworzyć cienką warstwę ochronną;

- użyte preparaty eksploatacyjne Motor Life oraz Mind M nie wykazują względem siebie cech antagonizmu, a raczej synergizmu. Świadczą o tym wyniki parametrów Ra oraz Rq dla PE Kompozycja, utworzonego z użytych dwóch preparatów.

Uzyskane w badaniach rezultaty pozwalają także na sformułowanie poniższych wniosków:

- zmiana wymiarów liniowych opisujących współpracujące tarcio-wo powierzchnie może stanowić miarę intensywności procesu zużywania;

- dodatki smarowe mogą w znaczący sposób zmniejszyć intensywność procesu zużywania, przy czym w tym zakresie istotne są zarówno dobór tych dodatków jak również ich udział w kompozycji (masowy lub objętościowy).

Literatura

- Godet M.: The third body approach: A mechanical view of wear. *Wear*, vol. 100, 1 ÷ 3/1984, pp. 437 ÷ 452.
- Laber S.: Badania własności eksploatacyjnych i smarnych uszlachetniacza

metalu Motor Life Professional. Wydawnictwa Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2003.

- Laber S.: Preparaty eksploatacyjne. Wydawnictwa Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2001.

- Leppert T.: Kształtowanie toczeniem warstwy wierzchniej w warunkach skrawania na sucho lub z minimalnym chłodzeniem i smarowaniem ostrza. Wydawnictwa Uczelniane UTP, s. Rozprawy, nr 151, Bydgoszcz 2011.

- Materiały informacyjne PUPH „MIND” Sp. z o.o., Łochowice, 86-005 Białe Błota.

- Materiały informacyjne Zakładu „PLASTMAL” Sp. z o.o., Warszawa.

- Mikołajczyk J.: Badanie wpływu preparatu eksploatacyjnego Mind M na zmianę własności smarnych oleju bazowego SN-150. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* nr 5/2012, s. 235 ÷ 236.

- Mikołajczyk J.: Maszyny tarcio-wo. Budowa, przeznaczenie. Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. S. Staszica, Piła 2018.

- Mikołajczyk J.: Wpływ dodatków smarnych na transformację warstwy wierzchniej. Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. S. Staszica, Piła 2017.

- Norma PN-EN ISO 21920-2:2022-06 Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS) – Struktura geometryczna powierzchni: Profil – Część 2: Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.

- Norma PN-87/M-04250 Warstwa Wierzchnia – Terminologia.

- Nosal S.: Tribologia. Wprowadzenie do zagadnień tarcia, zużywania i smarowania. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.

- Piekoszewski W., Szczerek M., Wiśniewski M.: 2000. Charakterystyki tribologiczne chropowatości powierzchni elementów maszyn. *Zagadnienia Eksploatacji Maszyn*, z. 3/2000, s. 43 ÷ 69.

- Rigney D. A., Gleaser W. A.: The significance of near surface microstructure in the wear process. *Wear*, vol. 46, 1/1978, pp. 241 ÷ 250.

- Styp-Rekowski M.: Znaczenie cech konstrukcyjnych dla trwałości skośnych łożysk kulkowych. Wydawnictwa Uczelniane ATR, s. Rozprawy, nr 103, Bydgoszcz 2001. ■

Cyfrowe zarządzanie wodą technologiczną

Cyrkulacja wody technologicznej z obróbki wibrościerniej to dziś konieczność z punktu widzenia ekonomii i ekologii. Jakość uzdatniania wody ma przy tym decydujący wpływ na proces obróbki wibrościerniej. Aby zapewnić kontrolę nad różnego rodzaju czynnikami wpływu, które należy przy tym uwzględnić, firma Scherdel, aktywny w skali globalnej producent elementów tłoczonych i giętych, doposażyła półautomatyczną centryfugę Z 800 marki Rösler w cyfrowy system zarządzania wodą technologiczną Rösler Smart Solutions. Rozwiązanie umożliwia interakcyjny monitoring nawet do 13 parametrów, m.in. stężenia mieszaniny, wartości pH i skażenia mikrobiologicznego. W przypadku odchyień poszczególnych parametrów od indywidualnej wartości zadanej inteligentne oprogramowanie przekazuje personelowi obsługi zalecenia dotyczące działań możliwych do bezpośredniego wdrożenia.

Ze sprężynami pochodzącymi z założonej w 1889 roku przez Siegmunda Scherdela druciarni eksperymentował już Rudolf Diesel w swoim pierwszym silniku wysokoprężnym. W międzyczasie Grupa Scherdel jest w stanie zaspokoić bardzo szerokie spektrum – od technologii obróbki plastycznej przez technologię montażu i łączenia, aż po technologię obróbki powierzchniowej, jak również budowę maszyn, narzędzi i urządzeń.

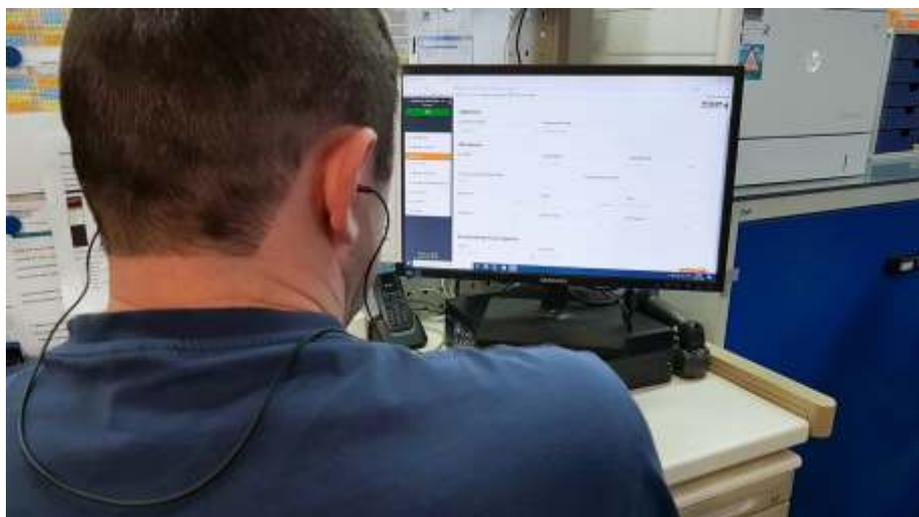
Działające dziś na całym świecie przedsiębiorstwo z 32 lokalizacjami zapewnia swoim klientom partnerskie wsparcie od etapu briefingu po produkcję seryjną. W rezultacie powstają produkty klasy premium, które znajdują zastosowanie nie tylko w przemyśle motoryzacyjnym, ale na przykład również w technologii medycznej, technologii elektrycznej i energetycznej. Należy tu również wymienić elementy tłoczone i gięte, podkładki sprężyste i komponenty stosowane w obszarze elektromobilności, które są produkowane w firmie Scherdel Waldershof GmbH & Co. KG w bawarskiej miejscowości Waldershof.

Komponenty z różnych stopów stali, stali szlachetnych i metali nieżelaznych

uzyskają doskonały szlif częściowo również w procesach obróbki wibrościerniej. Oprócz właściwego zadania polegającego na obróbce – usuwaniu zadziorów i zaokrąglaniu krawędzi – ważnymi kryteriami jakości są spełniająca wymagania czystość techniczna i czyste powierzchnie, dzięki czemu możliwe jest prawidłowe przeprowadzenie wizualnej kontroli jakości. W takim

przypadku decydującą rolę odgrywa jakość wody technologicznej.

Uzdatnianie i monitorowanie wody technologicznej – dla wielu użytkowników i operatorów Woda technologiczna z procesu obróbki wibrościerniej w firmie Scherdel Waldershof krąży w obiegu cyrkulacyjnym i jest uzdatniana przez półautomatyczną centryfugę. Monito-



Kontrola i rejestracja stężenia mieszaniny oraz wartości pH wody technologicznej ma miejsce na każdej zmianie. W przypadku odchylenia od wartości zadanej automatycznie i natychmiast sygnalizowane są łatwo zrozumiałe zalecenia dotyczące działań możliwych do bezpośredniego wdrożenia. Pozwala to niezwłocznie przywrócić wymaganą jakość wody technologicznej.

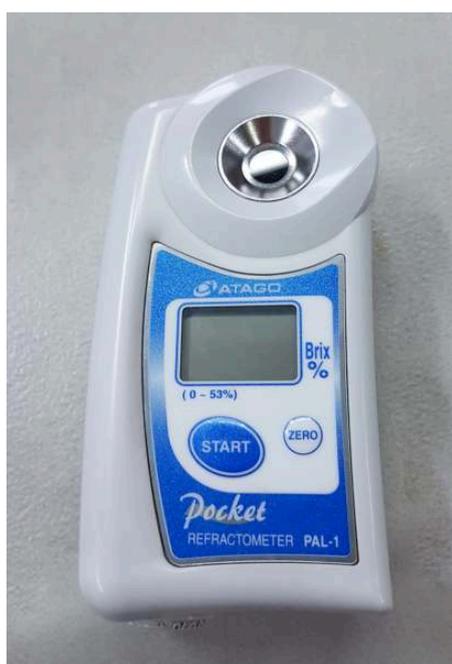
rowanie jakości wody technologicznej miało jednak miejsce tylko w bardzo ograniczonej formie codziennej kontroli stężenia mieszaniny i w warunkach zmieniającego się personelu, który nie dysponował pogłębionym know-how w zakresie uzdatniania i monitorowania wody technologicznej. *Skutkiem wprowadzenia olejów pochodzących z procesów tłoczenia i gięcia oraz środków smarnych do taśm, jak również w efekcie ścierania się materiału i ściernic zmiana ulega jakość wody technologicznej. Z jednej strony rośnie przewodność, co w przypadku kontroli wzrokowych prowadziło do błędnych wyników. Z drugiej strony nie zawsze zachowywano wytyczne odnośnie wielkości i ilości cząstek, co skutkowało pracochłonną obróbką dodatkową, a nawet powstaniem odrzutów – stwierdza Tobias König, kierownik działu obróbki wibrościerniej / czyszczenia powierzchni w firmie Scherdel Waldershof.*

Cyfrowe zarządzanie wodą technologiczną zapewnia przejrzystość i know-how. Odpowiednio duże zainteresowanie kierownika działu wzbudziła przedstawiona mu jako pilotażowemu użytkownikowi propozycja zastosowania rozwiązania jakim jest cyfrowy system zarządzania wodą technologiczną *Advanced* marki Rösler Smart Solutions. Ten nowy produkt do uzdatniania wody

technologicznej w centralfugach półautomatycznych i w pełni automatycznych umożliwia zorientowane na użytkownika monitorowanie, rejestrację i analizę istotnych parametrów procesowych. Są to: stężenie mieszaniny (miareczkowanie lub współczynnik załamania – BRIX), wartość pH, przewodność, twardość wody, skażenie mikrobiologiczne bakteriami, drożdżami i grzybami, zawartość chlorków, wartość ChZT (chemicznego zapotrzebowania tlenu), zawartość BIT (biocydów w wodzie technologicznej) oraz wygląd i zapach.

Istnieje możliwość indywidualnego doboru parametrów, które są dostosowane do poszczególnych wymagań procesu obróbki wibrościerniej. Pierwszy poziom zaawansowania pakietu *Advanced* pozwala na ręczny pobór próbek i analizę przy użyciu odpowiednich przyrządów pomiarowych, które mogą zostać dostarczone na życzenie. Ustalone wartości wprowadza się również ręcznie.

Na podstawie wprowadzonych danych algorytm zapisany w oprogramowaniu oblicza zalecenia działań możliwych do bezpośredniego wdrożenia, aby w przypadku odchylenia od wcześniej zdefiniowanej wartości zadanej lub wartości tolerancji jednego lub wielu parametrów przywrócić je z powrotem do wyznaczonego zakresu i w ten sposób zapewnić stabilność procesu. Zalecenia dotyczące działań zawierają ponadto wyjaśnienia, jakie skutki dla jakości obróbki mają odchylenia poszczególnych parametrów. Z uwagi na to, że wszystkie parametry są zapisywane, możliwy jest dostęp do danych w postaci tabel i wykresów przebiegu procesów. To ostatnie umożliwia uniknięcie nieplanowanych przerw w pracy



Do pomiaru stężenia mieszaniny firma Scherdel Waldershof wykorzystuje cyfrowy refraktometr ręczny.



Cyfrowy system zarządzania wodą technologiczną *Advanced* jako rozwiązanie został zintegrowany w półautomatycznej centralfudze Z 800, w której uzdatniana jest woda wibratora kołowego. Foto: Rösler Oberflächentechnik GmbH

z powodu konieczności wymiany wody technologicznej i zaplanowanie nowego uruchomienia w momencie, który można optymalnie zintegrować z procesem produkcyjnym.

Firma Rösler zaprezentowała nam cyfrowy system zarządzania wodą technologiczną i od razu odkryliśmy potencjał, który dzięki temu rozwiązaniu pozwoli uzyskać większą transparentność i bezpieczeństwo procesu. Oprócz tego dostrzeżliśmy możliwość wyraźnej poprawy w obszarze rozumienia procesu przez naszych pracowników dzięki zaleceniom działań opatrzonych stosownymi objaśnieniami – wyjaśnia Tobias König.

Optymalizacja w zakresie stabilności procesu i jakości obróbki Firma Scherdel Waldershof wykorzystuje cyfrowe zarządzanie wodą technologiczną w półautomatycznej centryfudze Z 800 marki Rösler, która dostarcza wodę technologiczną do pracującej w trybie tryzmiarowej maszyny do obróbki wibrościerniej (Rösler R 620). Raz w ciągu

zmiany monitorowane jest stężenie mieszaniny, a także wartość pH. Pomiar przewodności odbywa się raz w tygodniu. Kontrola skażenia mikrobiologicznego wody technologicznej jest przeprowadzana w zależności od potrzeb. Dzieje się tak na przykład w przypadku, gdy wygląd i zapach, które również są regularnie rejestrowane, wskazują na zmianę. *Pomiary i rejestrację ustalonych wartości można przeprowadzić łatwo i szybko. Czas poświęcony na pomiar i zarejestrowanie stężenia mieszaniny oraz wartości pH jest niemal identyczny jak w przypadku wcześniejszych kontroli – opisuje kierownik działu.*

Jednak dziś otrzymujemy przejrzystą analizę, a w przypadku odchyłań łatwo zrozumiałe zalecenia działań możliwych do bezpośredniego wdrożenia, które są generowane automatycznie. To definitywnie przyczynia się do zachowania stabilności jakości zarówno wody technologicznej, jak i części, co pozwala zredukować dodatkową obróbkę i powstanie odrzutów o nawet 50%.

Rekomendacje odnośnie działań są jednak dostępne nie tylko w przypadku odstępstw od wartości zadanych, lecz również określonych okoliczności ograniczających jakość, jak obecność korozji na częściach, powstawanie piany w procesie obróbki wibrościerniej oraz w przypadku niedostatecznej czystości elementów, która ma na przykład negatywny wpływ na procesy następcze. Aby pozbyć się tych problemów, zalecenia dotyczące działań zawierają różne środki oraz objaśnienia związków istniejących w procesie.

Pracownicy i pracownicy działu nie posiadają zwykle specjalnego wykształcenia w dziedzinie obróbki wibrościerniej i wody technologicznej. Dzięki rekomendowanym działaniom wiedzą oni nie tylko to, co w razie potrzeby należy zrobić. Zyskują także odpowiedni background informacyjny, dzięki czemu umacniają się świadomość związków między jakością wody procesowej a jakością części – zauważa na koniec Tobias König.

reklama



OBRÓBKA METALU
PORTAL NAUKOWO-TECHNICZNY

 WWW.OBROBKAMETALU.TECH

 [@OBROBKAMETALU.TECH](https://www.facebook.com/OBROBKAMETALU.TECH)

 [@OBROBKAMETALU.TECH](https://www.instagram.com/OBROBKAMETALU.TECH)

Portal branży
obróbki
i przetwórstwa
metal

Sorma prezentuje nowy katalog ogólny NIKKO TOOLS

Włoska firma Sorma S.p.a. przedstawia nowy katalog swojej marki Nikko Tools – rozwiązań w zakresie mechanicznych metod mocowania: zbiór ponad 900 stron z licznymi nowościami i obszerną sekcją informacji technicznych.

Włoska firma Sorma S.p.a. ogłasza wydanie nowego katalogu Nikko Tools, którego celem jest uczynienie go niezbędnym narzędziem dla operatorów w świecie cięcia metalu.

Nowy katalog prezentuje wszystkie rozwiązania Nikko Tools dla operacji toczenia, frezowania, rowkowania i gwintowania, a każdej sekcji towarzyszą obszerne spostrzeżenia techniczne dotyczące właściwości poszczególnych produktów i ich zastosowań, pozwalające czytelnikowi łatwo zidentyfikować najlepsze dostępne rozwiązanie (link: <https://bit.ly/3WFMhPj>).

Wśród nowości wyróżnia się nowy system frezowania ALUREK do frezowania



materiałów nieżelaznych i aluminium, nowy system wiercenia cęgowego z wiertłem pilotującym DXP, do wiercenia głębokich otworów i dużych średnic, dostępny w zakresie od D30 do D60 (do D80 na życzenie) i w długościach 3, 6, 8 i 10-krotnej średnicy.

W przypadku frezowania na uwagę zasługuje również rozszerzenie asorty-

mentu HF4Plus z wysokim posuwem o płytkę SD25 do frezowania dużych elementów i najbardziej wymagających operacji obróbczych oraz dodanie rodziny płytek RC do systemu frezowania RoundPlus do ciężkiej obróbki.

Wraz z opracowaniem nowego katalogu Nikko Tools jesteśmy pewni, że dostarczymy naszym klientom skuteczne



i wszechstronne narzędzie, które pozwoli im radzić sobie nawet w najtrudniejszych sytuacjach i realizować cele związane z optymalizacją jakości i produkcji – komentuje Alessandro Sorgato – General Manager Cutting Tools Division. – Nadal inwestujemy w dostarczanie coraz to nowszych rozwiązań, dzięki *know-how* naszych partnerów przemysłowych oraz opiniom i sugestiom, które otrzymujemy codziennie od naszych klientów w całej Europie.

Wchodząc na stronę <https://forms.gle/HKmWCNvERvpXmttf6>, można wypełnić formularz, aby zarezerwować sobie egzemplarz papierowy.

Kim jest Sorma

Założona w 1950 roku w Wenecji, firma Sorma S.p.a. ugruntowała swoją pozycję na arenie międzynarodowej jako jeden z wiodących graczy w projektowaniu i dystrybucji narzędzi tnących dla przemysłu mechanicznego i ściernego



dla sektorów obróbki kamienia i szkła. Od ponad 70 lat innowacja, niezawodność i elastyczność są siłą napędową firmy, która dziś zatrudnia około 100 osób i działa w 67 krajach.

Dział narzędzi skrawających zajmuje się dystrybucją narzędzi marki Nikko Tools (płytki wymienne i narzędzia) oraz Osawa, z pełną gamą wiertel i frezów z pełnego węgliku. We Włoszech Sorma dystrybuje również marki Yamawa (rozwiązania do gwintowania), Kemmer (rowkowanie i wycinanie) oraz LMT Tools z rozwiązaniami Kieninger i Fette. Więcej informacji na temat marki Sorma: www.sorma.net.

Marka Nikko Tools

Nikko Tools (www.nikkotools.com) jest zarejestrowanym znakiem towarowym należącym do Sorma S.p.a. i reprezentuje najmłodszą, najbardziej innowacyjną i dynamiczną markę firmy, działającą w celu zapewnienia zawsze najlepszego możliwego poziomu wydajności w zależności od wymagań aplikacji i obrabianych materiałów. Oferta Nikko obejmuje pełną gamę wysokiej jakości rozwiązań w zakresie mocowania mechanicznego w materiałach zaawansowanych (PCD i PCBN) wraz z bogatym programem płytek ceramicznych i węglkowych. ■

reklama



Niestraszny Ci nawet deszcz.

Dzięki wysokim standardom jakości narzędzia Nikko Tools zapewniają zawsze najlepszą wydajność, nawet w przypadku najtrudniejszych prac. Nieważne, czy pada deszcz czy świeci słońce, z Nikko Tools masz pewność, że zawsze jesteś w dobrych rękach.

t. +39 041.959179
info@nikkotools.com
www.nikkotools.com

Marka Nikko Tools standard akcesoriów firmy Sorma S.p.A.

nikko TOOLS

Inwestycje w nowoczesne technologie na targach ITM INDUSTRY EUROPE

Premiery rynkowe i nowości branżowe to tylko jeden z czynników decydujących o udziale w targach ITM INDUSTRY EUROPE. Coraz częściej magnesem przyciągającym do Poznania wszystkich entuzjastów przemysłu 4.0 jest program wydarzeń towarzyszących będący uzupełnieniem innowacyjnej ekspozycji. W tym roku znajdzie się w nim wiele praktycznej wiedzy dotyczącej sztucznej inteligencji, robotyzacji, transformacji cyfrowej oraz sposobów na ciągłość produkcji w nieprzewidywalnych czasach. Eksperti wskażą nie tylko trendy i optymalne kierunki zmian, ale także sposoby na ich skuteczne wdrożenie.

Organizatorzy targów ITM INDUSTRY EUROPE obserwując tendencje na rynku od dłuższego czasu odchodzą już od tradycyjnego postrzegania imprez wystawienniczych.

– *Współczesne targi to nie tylko ekspozycja w pawilonach, ale wydarzenie łączące bogatą ofertę wiodących firm branży z energią spotkań, wymianą myśli i wiedzą płynącą z licznych debat, konferencji i pokazów odbywających się w tej samej przestrzeni. Staramy się zachęcać naszych partnerów oraz liderów w przemyśle do współtworzenia targów poprzez różne aktywności. W tej edycji podobnie jak w ubiegłym roku planujemy uruchomić dwie sceny, na których zaproszeni eksperci podzielą się swoją wiedzą. Stawiamy na zagadnienia nośne, mające bezpośrednie przełożenie na rozwój innowacyjnych technologii w przemyśle. Mocno zaakcentujemy temat sztucznej inteligencji, robotyzacji i transformacji cyfrowej* – zapowiada Anna Lemańska-Kramer, dyrektor targów ITM INDUSTRY EUROPE.

W program wydarzeń w tym roku zaangażują się zarówno wystawcy jak i partneri branżowi. Po kilku latach przerwy powróci Dzień Mechanika organizowany przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich oraz Forum

Inżynierskie, nad którego agendą pieczę sprawuje Naczelna Organizacja Techniczna.

Zespół targów ITM INDUSTRY EUROPE planuje także kontynuację Kongresu Industry Next. W tej edycji potrwa on jednak nie dwa, ale aż trzy dni. – *Jesteśmy w trakcie dopinania ostatnich punktów programu Kongresu* – zdradza Anna Lemańska-Kramer.

Nearshoring w polskim wydaniu

Jednym z patronów branżowych tegorocznej edycji targów ITM INDUSTRY EUROPE jest Związek Pracodawców Forum Automatyki i Robotyki Polskiej, organizacja non-profit założona w 2021 r. Zrzesza polskich przedsiębiorców, w szczególności pracodawców największych polskich przedsiębiorstw związanych z rynkiem automatyki i robotyki – integratorów, dostawców rozwiązań i usług oraz producentów maszyn. FAiRP reprezentuje i wspiera przedsiębiorców tworzących rozwiązania w dziedzinach automatyki i robotyzacji, we wszystkich ich aspektach, m.in. naukowym, technicznym, operacyjnym, biznesowym, finansowym, prawnym i handlowym. Obecnie do grona członków należy ponad dwadzieścia firm

z branży, wśród nich 14 organizacji mających status członka założyciela. W trakcie targów FAiRP poprowadzi panel ekspercki pt.: *Robotyzacja w parze z automatyzacją blisko Ciebie, a nawet bliżej? Czyli o nearshoringu w polskim wydaniu.*

Wydarzenie skierowane jest do wszystkich zainteresowanych inwestycjami w nowoczesną i inteligentną robotyzację, automatyzację i cyfryzację. To panel skierowany szczególnie do osób szukających sprawdzonych firm, które będą towarzyszyć im w tym procesie zmiany.

W dobie zerwanych łańcuchów dostaw, w czasach niepewności szczególnie ważny jest zaufany i sprawdzony partner wdrożeniowy, będący nie tylko blisko, ale mający udokumentowane międzynarodowymi projektami kompetencje. Panel ekspercki z udziałem przedstawicieli zarówno inwestorów, jaki i firm wdrożeniowych, jak również dostawców technologii będzie próbą odpowiedzi na pytania: Czy o jakości i wartości partnera biznesowego świadczy to, że jest on na drugim końcu świata i dlaczego jest on lepszy od tego, który jest w mojej najbliższej okolicy? Co się stanie, kiedy mój partner biznesowy ze względów od niego niezależnych nie będzie mógł zrealizować zamówionych u niego usług czy dostaw towarów? Jakie są ryzyka w kon-



ITM

INDUSTRY EUROPE

30.05-2.06.2023

POZNAŃ, POLAND

ZAPRASZA

mtp
GRUPA



Międzynarodowe
Targi Poznańskie

PRZEMYSŁ

ERY CYFROWEJ

www.ITM-Europe.com

W tym samym czasie:



MODERNLOG



SUBCONTRACTING

tekście sięgania po rozwiązania spoza granic Polski? Czy uruchomienie linii technologicznej z ludźmi ze Stanów Zjednoczonych, Brazylii, a nawet z Francji czy z Włoch, jest realne? Jak i gdzie szukać lokalnych dostawców? Czy finasowanie lub jego brak jest przeszkodą w inwestowaniu w technologie? Gdzie szukać środków i jak niezależnić się od programów, dotacji, dofinansowań?

– *Doszlismy do momentu, kiedy na pytanie czy inwestować albo nie inwestować w nowoczesne technologie w polskim przemyśle, odpowiedź jest tylko jedna* – mówi Tomasz Haiduk, prezes Forum Automatyki i Robotyki Polskiej. – *Czas nadrobić stracony czas i zacząć doganiać Europę przy pomocy lokalnych firm o globalnym doświadczeniu, które wiedzą, jak transformować firmy produkcyjne w kierunku Przemysłu 4.0. Ma to szczególne znaczenie w obecnych mocno niepewnych czasach, gdzie zerwane międzynarodowe relacje kooperacyjne stanowią jedną z największych przeszkód realizacji inwestycji. Stąd coraz częściej inwestorzy dobierają partnerów z najbliższej okolicy, tak zwany nearshoring. Pozwala to na częściowe uniezależnienie się od nieprzewidywalności globalnego łańcucha dostaw i zapewnienie działania firmy w oparciu o lokalne zasoby* – dodaje prezes FAiRP.

Transformacja cyfrowa sposobem na kryzys?

Czy to już kryzys? I co dalej? Oszczędzać czy inwestować? Szkolić czy zwalniać? – na te pytania odpowiedzą zaproszeni eksperci podczas organizowanej na targach przez Firmę DBR77 konferencji.

– *Od dawna nad gospodarką światową wiszą czarne chmury w postaci wysokich cen żywności i energii, podwyżek stóp procentowych, wojny w Ukrainie czy pandemii COVID-19. Choć polska gospodarka jeszcze tak mocno tego nie odczuwa, to można zaobserwować sygnały świadczące o kryzysie zataczającym coraz większe kręgi m.in. w przemyśle. Wokół tego tematu będziemy „krążyli” pierwszego dnia konferencji podczas targów ITM INDUSTRY EUROPE w Poznaniu.* – mówi dr Piotr Wiśniewski, CEO Platformy DBR77.

W drugim dniu seminarium wiodącym zagadnieniem będzie transformacja cyfrowa.

– *Transformacja cyfrowa wydaje się być najlepszym i jedynym rozwiązaniem, dzięki któremu polskie przedsiębiorstwa produkcyjne mogą zdobyć przewagę konkurencyjną na rynku oraz pozyskać nowe zlecenia. Przed firmami pojawiają się nowe możliwości, które należy wykorzystać* – przekonuje dr Piotr Wiśniewski.

Jak sfinansować transformację przedsiębiorstwa ze środków UE? Jak podejść do oceny efektywności operacyjnej i finansowej rewolucji digitalnej (budowa Drogi Rozwoju Digitalnego), jak wykorzystać nowe narzędzia transformacji dostępne na rynku (big data, bliźniak cyfrowy i AI, marketplace?) – to tylko część pytań, na które odpowiadać będą prelegenci.

Podczas wydarzenia nie zabraknie także warsztatów praktycznych dotyczących poruszanych podczas konferencji tematów. Organizatorzy planują „wziąć pod lupę” projekty unijne, obliczanie emisji CO₂, analizę opłacalności inwestycji w robotyzację, budowę drogi rozwoju digitalnego (e-strategię przedsiębiorstwa).

Pokazy spawania łukowego

MPLAB Prototypes oficjalny Gold System Partner firmy KUKA, producenta robotów przemysłowych, zrzeszającego najlepszych integratorów, planuje podczas targów ITM INDUSTRY EUROPE pokazy spawania łukowego.

Uczestnicy poznają inteligentne roboty o dużym stopniu samodzielności gwarantujące maksymalny poziom bezpieczeństwa i komfort pracy dla obsługujących je pracowników. W trakcie pokazów zostanie zaprezentowany idealny duet do spawania – cęła spawalnicza MPARC Compact i robot KUKA, które – jak zapewniają eksperci MPLAB Proto-

types – są świetnym sposobem na zwiększenie wydajności produkcji. Dzięki prezentowanemu rozwiązaniu będzie można zoptymalizować koszty gospodarki narzędziowej w spawalnictwie. Uczestnicy dowiedzą się jak można sfinansować takie innowacje. – *Aktualnie obserwujemy ogromny wzrost zainteresowania robotami przemysłowymi przeznaczonymi do spawania łukowego. Po rozwiązaniu, które zarezerwowane były głównie dla dużych przedsiębiorstw, coraz częściej sięgają średnie, a nawet niewielkie firmy produkcyjne, które chcą przede wszystkim znacząco ograniczyć koszty, zyskać powtarzalną, wysoką jakość spoin oraz elastyczność produkcji.* Kompaktowa cęła spawalnicza MPLAB COMPACT jest więc odpowiedzią na aktualne potrzeby rynku. Większość przedsiębiorców, kupując robota decyduje się na maksymalne ograniczenie jego funkcjonalności – chcą w ten sposób zachować jak najniższą cenę. Niestety, takie podejście jest niewłaściwe i może prowadzić do problemów z prawidłowym działaniem stanowiska. Dlatego tak ważny jest wybór doświadczonego integratora, który pokaże, na co należy zwrócić uwagę, oraz czego unikać przy wyborze i wyposażaniu stanowiska spawalniczego. Oczywiście cena odgrywa bardzo dużą rolę, jednak to wydajność i funkcjonalność powinny decydować o wyborze konkretnego rozwiązania – przekonuje Piotr Janica, prezes, właściciel MPLAB Prototypes.

Targi ITM INDUSTRY EUROPE odbędą się w dniach 30.05–2.06.2023 na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. W tym samym czasie będzie można zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog, Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz Salonu Bezpieczeństwa Pracy w Przemysle.





**Automatyczne
Dystrybutory**

**Regał
Karuzelowy**

**Regał
Windowy**



AUTOMATYCZNE DYSTRYBUTORY NARZĘDZI I ARTYKUŁÓW BHP

- dostępne moduły: bębnowy, szafkowy i szufladkowy,
- dostęp do artykułów pod pełną kontrolą 24 godziny na dobę,
- ograniczenie wydawanych artykułów co do asortymentu i ilości,
- automatyczne generowanie raportów i zamówień,
- możliwość połączenia z oprogramowaniem zewnętrznym np. z SAP
- baza danych znajduje się lokalnie w/na komputerze dystrybutora – pełne bezpieczeństwo informacji o użytkownikach i towarach



REGAŁY KARUZELOWE

- składowanie mniejszych towarów na półkach, przesuwających się przed oknem dostępu,
- pełne wykorzystanie dostępnej wysokości magazynu,
- możliwa instalacja regałów przez kilka kondygnacji z kilkoma oknami dostępu

DYSTRYBUTOR DYNABOX oferujący do 1080 lokalizacji

REGAŁY WINDOWE

- składowanie większych i cięższych towarów na szufladach o długości użytkowej do 4 300 mm,
- dwa typy regałów, 300 lub 500 kg nośności na jedną szufladę,
- całkowita ładowność do 60 ton,
- różnorodne wyposażenie dodatkowe

75 years

schwanog

WHO ELSE?

Najbardziej
elegancki sposób
na zaoszczędzenie
do **40%** kosztów
produkcji.



schwanog.com