

STAL

9-10/2024
wrzesień-październik

 Elamed
MEDIA GROUP



METALE | NOWE TECHNOLOGIE

Twój portal o przemyśle!

 dlaProdukcji.pl

FREE THE PART



NOWY SPOSÓB CIĘCIA OD EAGLE LASERS

TECHNOLOGIE ŁĄCZENIA
Spawanie stali metodą TIG
a odporność na korozję

**Mnogość procedur w przemyśle
– czy ryzyka przewyższają korzyści?**

ULGA NA EKSPANSJĘ – szansa na rozwój dla Twojej firmy

Czym jest ulga na ekspansję? • W jakich sytuacjach można ją wykorzystać? • Na co trzeba uważać, korzystając z ulgi?

Wejdź na



dlaProdukcji.pl

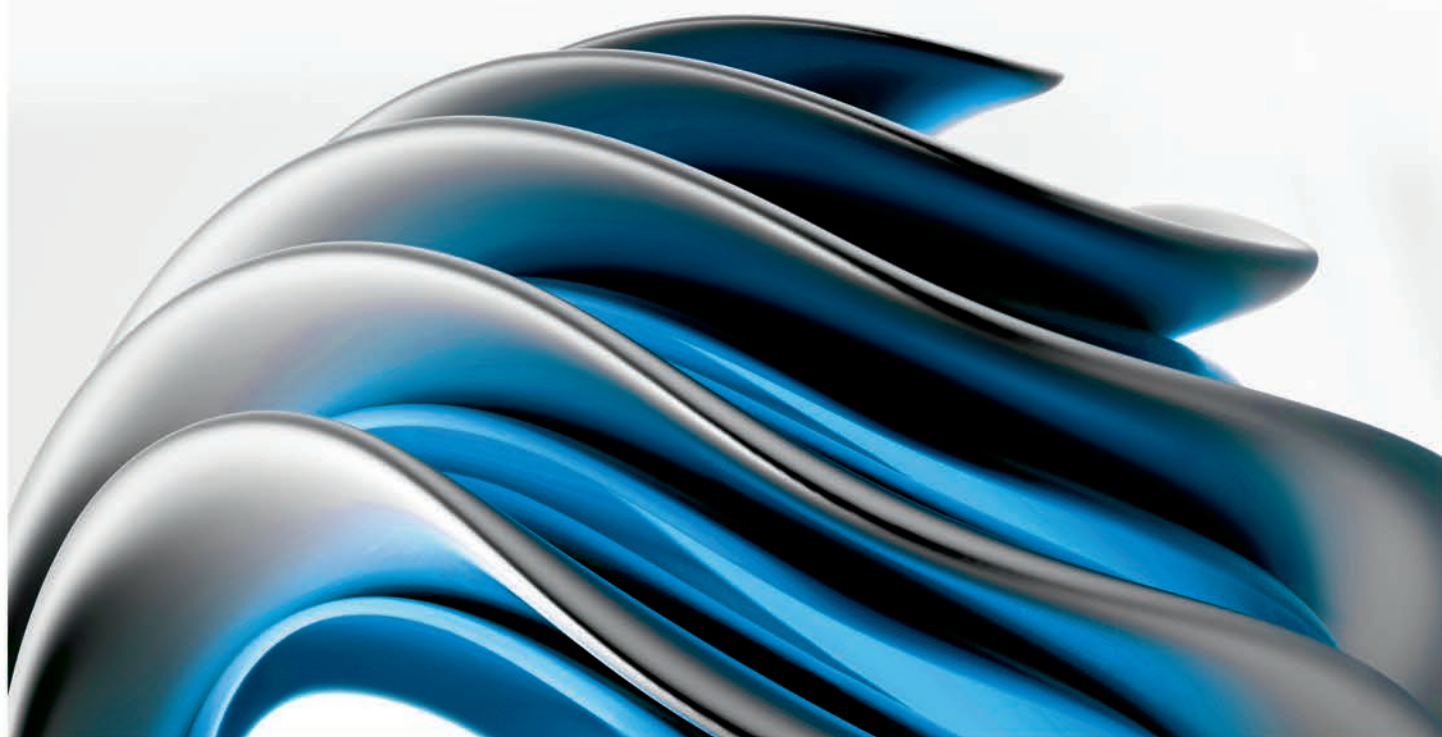
i obejrzyj szkolenie o ulgach podatkowych w przemyśle,
które poprowadził adwokat Mikołaj Horbulewicz





Najnowsze technologie do plastycznej obróbki blachy, pręta i rur

Od ponad 20 lat dostarczamy
rozwiązania dla przemysłu



MASZYNY
DO OBRÓBK
BLACHY

MASZYNY
DO OBRÓBK
RUR I DRUTU

PROFILE
STALOWE

FILTRACJA
PRZEMYSŁOWA

WWW.SWITALA.PL

SZANOWNI PAŃSTWO!



Ukierunkowanie rozwoju gospodarek światowych, a w szczególności gospodarek krajów Unii Europejskiej, na zmniejszenie zanieczyszczenia otaczającego środowiska oraz redukcję efektu cieplarnianego powoduje, że na pierwsze miejsce wysuwa się rozwój elektromobilności oraz energetyki, transportu i technologii przemysłowych opartych na źródłach energii odnawialnej lub źródłach uważanych za zielone, w tym bazujących na: wietrze, słońcu, wodorce i reakcjach rozszczepiania atomu. Jak w tej nowej rzeczywistości odnajduje się branża spawalnicza?

Odpowiedź jest krótka: bardzo dobrze! Uzasadnienie tego twierdzenia opiera się na tym, że konstrukcje i urządzenia do realizacji ww. zadań są przede wszystkim komponentami spawanymi, a większość metod i procesów spawalniczych stosowanych w ww. nowych obszarach opracowano wiele lat temu i świetnie sprawdzają się w praktyce. A zatem „stare” technologie spawalnicze przede wszystkim są obecnie dostosowywane do nowych zadań lub doskonalone w niezbędnym zakresie. Pomocny w tym jest także ciągły rozwój urządzeń spawalniczych i oprzyrządowania, które dzięki nowym rozwiązaniom elektronicznym i komputerowym stają się coraz doskonalsze i „mądrzejsze” dzięki innowacyjnym pomysłom ich twórców. Mimo to na rozwiązanie wciąż czekają stare problemy, a jednocześnie ciągle pojawiają się nowe wyzwania, które wiążą się głównie z wprowadzeniem na rynek nowych materiałów konstrukcyjnych oraz rozszerzeniem obszaru stosowania już istniejących, a także z koniecznością zwiększenia efektywności procesów wytwarzania, poprawy jakości produkcji spawalniczej oraz zapewnienia powtarzalności wysokiej jakości dla wszystkich wytwarzanych wyrobów i konstrukcji spawanych.

Z kolei drugą ważną składową postępu w dziedzinie spawalnictwa są badania, zarówno te laboratoryjne, jak i wdrożeniowe. W świetle wspomnianych wyżej „zielonych” kierunków rozwoju przemysłu obecne badania koncentrują się na określeniu wpływu wodoru na materiały w wyrobach do transportu i przechowywania tego gazu, a przede wszystkim wpływu na parametry eksploatacyjne stali niestopowych i niskostopowych, z których są wykonane rury w istniejących gazociągach oraz w przyszłych instalacjach.

W ciągu ostatnich kilku lat niezmiennie zwracam uwagę na ważność kształcenia nowego pokolenia kadry dla branży spawalniczej. Niestety problem narasta, a nie biegnie w kierunku rozwiązania. Problem jest powszechny i dotyczy nie tylko Polski, ale praktycznie wszystkich wysoko rozwiniętych krajów europejskich i północnoamerykańskich. Ciekawostką jednak jest to, że obecnie do tradycyjnie dużego zapotrzebowania na spawaczy dołącza coraz większe zapotrzebowanie na inżynierów-spawalników i wysoko wykwalifikowany personel NDT.

dr inż. Jerzy Niagaj, prof. nadzw.
Lider obszaru, Energetyka Jądrowa
Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny,
Centrum Spawalnictwa

Współpracujemy z:



Wersja papierowa dwumiesięcznika „STAL Metale & Nowe Technologie” jest wersją pierwotną.

Regulamin publikacji artykułów w czasopiśmie i informacje na temat procedur recenzyjnych dostępne w redakcji.



INDEX COPERNICUS = 41,00 pkt



Redaktorzy tematyczni

- prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik (Politechnika Rzeszowska) – automatyka, robotyka i innowacje
- prof. dr hab. inż. Henryk Adrian (AGH Kraków) – hutnictwo i odlewnictwo
- prof. dr inż. Jerzy Jędrzejewski, prof. zw. (Politechnika Wroclawska) – obróbka
- Maciej Stanislawski – oprogramowanie
- dr inż. Andrzej Klyszeński, prof. IMN (IMN OML Skawina) – metaloznawstwo
- dr Marek Langalis – rynek
- prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel (Politechnika Śląska) – technologie łączenia
- dr hab. inż. Tomasz Trzepieciński, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska) – technologie cięcia
- prof. dr hab. inż. Jerzy Śladek (Politechnika Krakowska) – własności i pomiary
- dr inż. Grzegorz Zieliński (Politechnika Gdańska) – zarządzanie

Rada naukowa

- prof. dr hab. inż. Henryk Adrian (AGH Kraków)
- prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik (Politechnika Rzeszowska)
- prof. dr hab. inż. Aleksander Fedoryszyn (AGH Kraków)
- prof. dr hab. inż. Krzysztof Fitzner (AGH Kraków)
- dr hab. inż. Bożena Gajdzik, prof. PŚ (Politechnika Śląska)
- prof. dr hab. inż. Bogdan Garbarz (Instytut Metalurgii Żelaza)
- prof. dr hab. inż. Adam Grajcar (Politechnika Śląska)
- prof. dr hab. inż. Zbigniew Gronostajski (Politechnika Wroclawska)
- prof. dr inż. Jerzy Jędrzejewski, prof. zw. (Politechnika Wroclawska)
- prof. dr hab. inż. dr h.c. Wojciech Kacalak (Politechnika Koszalińska)
- prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel (Politechnika Śląska)
- dr inż. Barbara Maria Nasilowska (Wojskowa Akademia Techniczna)
- prof. dr hab. inż. Jerzy Nowacki (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny)
- prof. dr hab. inż. Marcin Perzyk (Politechnika Warszawska)
- prof. dr hab. inż. Edward Wantuch (AGH Kraków)
- prof. dr hab. inż. Adam Woźniak (Politechnika Warszawska)
- prof. dr hab. inż. Józef Zasadiński (AGH Kraków)
- dr hab. inż. Włodzimierz Adamski (Politechnika Rzeszowska)
- dr hab. inż. Jacek Górka, prof. Pol. Śl. (Politechnika Śląska)
- dr inż. Andrzej Klyszeński, prof. IMN (IMN OML Skawina)
- dr hab. inż. Aleksander Lisiecki, prof. Pol. Śl. (Politechnika Śląska)
- dr hab. inż. Edward Miko, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska)
- dr hab. inż. Jacek Mucha, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska)
- dr inż. Jerzy Niagaj, prof. nadzw., IWE (Instytut Spawalnictwa)
- dr hab. inż. Piotr Niestony, prof. PO (Politechnika Opolska)
- dr hab. inż. Przemysław Postawa, prof. PCz (Politechnika Częstochowska)
- dr hab. inż. Tadeusz Salaciński, prof. nadzw. PW (Politechnika Warszawska)
- dr inż. Adam Schwedler (Instytut Metalurgii Żelaza)
- dr hab. inż. Tomasz Trzepieciński, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska)
- dr hab. inż. Zbigniew Zimniak, prof. PWr (Politechnika Wroclawska)
- dr hab. inż. Włodzimierz Zowczak, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska)
- prof. Sergei Bosiakov (Belarusian State University)
- prof. Rudolf Kawalla (Technical University Bergakademie Freiberg, Germany)
- prof. Heirpa G. Lemu (University of Stavanger, Norway)
- prof. Jan Slota (Technical University Košice, Slovakia)

Redakcja

40-203 Katowice, al. Roździeńskiego 188c
tel. 32 788 51 83, tel./fax 32 788 51 09
e-mail: stal@elamed.pl, dlaprodukcji.pl

Redaktor wydania

dr inż. Jerzy Niagaj, prof. nadzw.
Lider obszaru, Energetyka Jądrowa
Łukasiewicz – Górnośląski Instytut
Technologiczny, Centrum Spawalnictwa

Redaktor naczelny

prof. dr hab. inż. Jarosław Sep

Redaktor zarządzająca

Anna Bębenek
tel. 885 058 816
e-mail: a.bebenek@elamed.pl

Młodsza redakcja

Joanna Miśkiewicz
tel. 660 734 192, j.miskiewicz@elamed.pl

Dział reklamy i marketingu

Magdalena Łysiak, tel. 600 833 954
e-mail: m.lysiak@elamed.pl

Marzena Basińska, tel. 795 401 282
e-mail: m.basinska@elamed.pl

Korekta

Ewa Stawiarska

Redaktor językowy

Małgorzata Chuchla

Skład i łamanie

Marcin Korus

Wydawca



Wydawnictwo jest członkiem

IZBA WYDAWCÓW PRASY



40-203 Katowice, al. Roździeńskiego 188c
tel. 32 788 51 01, fax 32 788 51 09
e-mail: elamed@elamed.pl
elamed.pl

Druk

Mewa Druk, Ruda Śląska

Dział Obsługi Klienta

32 788 51 28, fax 32 788 51 49
Infolinia: 801 88 89 80

Cena prenumeraty rocznej: 215 zł brutto (171,30 zł netto + 8% VAT) oraz koszty pakowania i wysyłki
Prenumerata pocztowa prowadzona jest na terenie całego kraju.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam, ogłoszeń i artykułów sponsorowanych oraz wszelkich materiałów powierzonych, tj. prezentacji, przeglądów itp. Wydawca ma prawo odmówić zamieszczenia reklam i ogłoszeń, jeżeli ich treść albo forma są sprzeczne z charakterem pisma lub interesem wydawcy. Przedruk, kopiowanie albo powielanie w jakiegokolwiek formie, w części lub całości bez pisemnej zgody Elamed Media Group są całkowicie zabronione.

CELE SPAWALNICZE

Kompleksowe rozwiązania
- **rozpocznij spawanie** zaraz po dostawie!

TFM
ROBOTICS

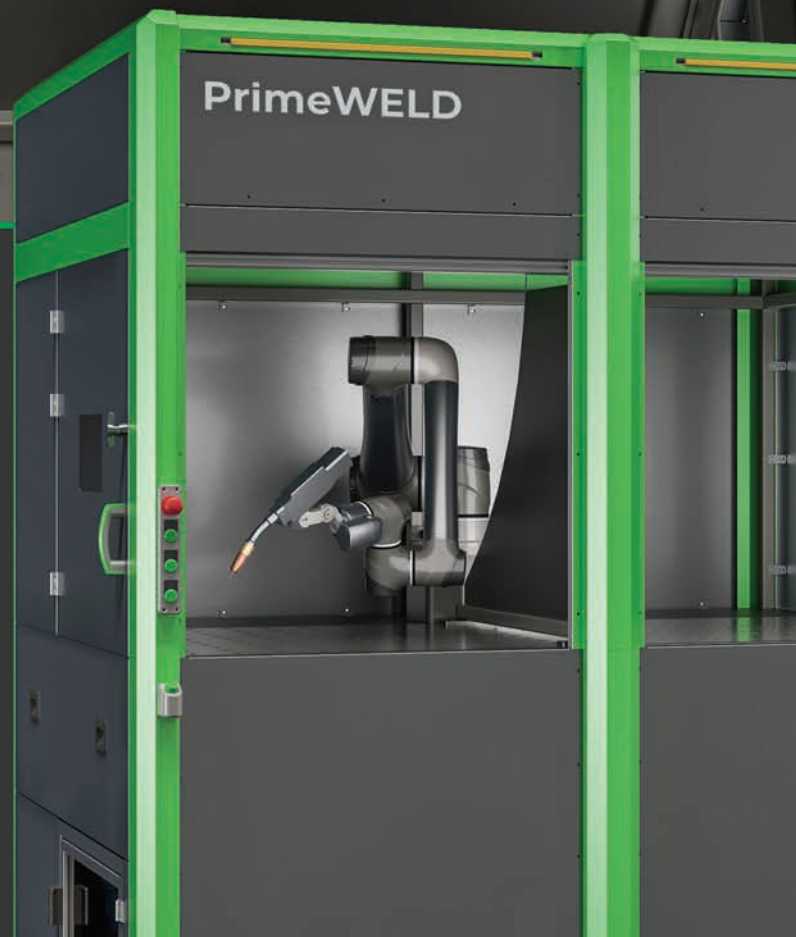


*Skanuj
i zobacz więcej*



 tfm-robotics.pl

 730 500 631





S P I S T R E Ś C I

TECHNOLOGIE ŁĄCZENIA

- 8** Odporność stali nierdzewnej na korozję w świetle obróbki spawaniem TIG
dr Włodzimierz Masierak
- 14** Wpływ lepkości składników kleju na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych blach stalowych 1.0503
dr inż. Izabela Miturska-Barańska,
prof. dr hab. inż. Anna Rudawska
- 19** Nowa koncepcja cięcia od Eagle Lasers*
- 20** Podstawy prostowania płomieniowego

HUTNICTWO I ODLEWNICTWO

- 22** Transformacja polskiego przemysłu stalowego na europejskim rynku stali. Długofalowe zmiany rynkowe w ujęciu historycznym, cz. II
dr hab. inż. Bożena Gajdzik,
prof. Politechniki Śląskiej

- 34** Analiza zarządzania produkcją w branży odlewniczej w kontekście zwinnej produkcji
mgr inż. Karolina Czerwińska
prof. dr hab. inż. Andrzej Pacana

BIZNES

- 40** Mnogość procedur w przemyśle – czy ryzyka przewyższają korzyści?
Radca prawny Jacek Krzywania
Aplikant radcowski Wojciech Bernacki

TECHNOLOGIE CIĘCIA

- 44** Napędy do wycinarek laserowych
O czym trzeba pamiętać?

Analiza zarządzania produkcją w branży odlewniczej w kontekście zwinnej produkcji

Mnogość procedur w przemyśle – czy ryzyka przewyższają korzyści?

40

UTRZYMANIE RUCHU

- 46** Teoretyczna i doświadczalna weryfikacja zjawiska filtracji w układach hydraulicznych
dr inż. Klaudiusz Klarecki, dr inż. Dominik Rabsztyn

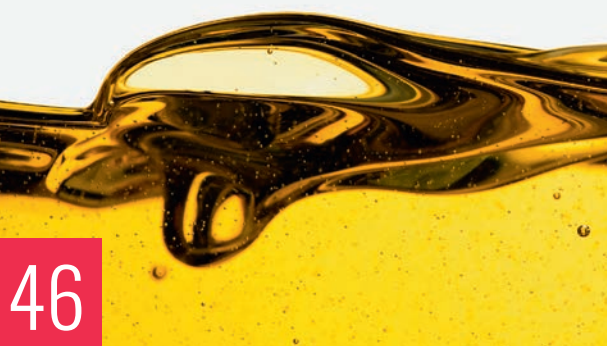
BUDOWA HAL

- 54** Ogrzewanie hal – wybrane zagadnienia
dr inż. Beata Wilk-Słomka,
dr inż. Janusz Belok

LOGISTYKA

- 62** Sprawdź nowości z działu „Logistyka” na portalu!

Teoretyczna i doświadczalna weryfikacja zjawiska filtracji w układach hydraulicznych



Indeks firm

AGTOS	str. 43	ITM	str. 33	POLSKI REJESTR STATKÓW	str. 21
BOEHLERIT	str. 23	KIMLA.....	str. 44-45	PTAK WARSAW EXPO	str. 29
DIG ŚWITAŁA.....	str. 3	LICON	str. 31	STOM.....	III okładka
EAGLE.....	I okładka, str. 19	MMC HARDMETAL.....	str. 11	TECHNO HEAT	str. 57
ECL-TECH.....	str. 55	PIKS.....	str. 39, 61	TFM	str. 5
EURO-BLECH.....	str. 25	POLSKIE TOWARZYSTWO		TOOLEX	str. 59
IGP PULVERTECHNIK.....	IV okładka	CYNKOWNICZE	str. 17		

Odporność stali nierdzewnej na korozję w świetle obróbki spawaniem TIG

TEKST: DR Włodzimierz Masierak

Alpakatech Sp. z o.o.

zdjęcia: Michał Masierak

Odporność na korozję stali nierdzewnej wynika z istnienia pasywnej warstwy na powierzchni metalu, bogatej w tlenek chromu. Warstwa ta, choć bardzo cienka, zawierająca się w granicach 5 nm-10 nm, jest bardzo stabilna chemicznie i silnie przylega do pozostałej części materiału. Badania z zastosowaniem metody spektroskopii Ramana warstw pasywnych wytworzonych na próbkach przemysłowej stali z gatunku 304L

i 316L pozwoliły na dokładne scharakteryzowanie składu tych warstw. Określono, że warstwa pasywna składa się z dwóch rodzajów tlenków, głównie Fe_2O_3 i kompleksu Fe-Cr w postaci chemicznej

opisanej wzorem $Fe(II)[Cr(III)_xFe(III)_{(1-x)}]_2O_4$, przy czym stal 316L zawiera więcej chromu niż stal 304L [1].

Efekty procesu spawania stali

Radykalne metody obróbki metalu, do których należy spawanie, prowadzą do zniszczenia tlenkowej warstwy ochronnej, co następnie umożliwia procesy korozji w obszarze poddanym tej obróbce.

Podczas tworzenia się spoiny spawanej następuje proces przemieszczania się jonów chromu w stronę spawu, co pogrubia w samej spoinie warstwę bogatą w tlenki chromu, ale zubaża przez to obszary bezpośrednio do niej przylegające. W tych obszarach następuje zanik pasywnej warstwy ochronnej, który prowadzi do podatno-

ści na korozję. Poza procesem dyfuzji chromu zachodzi drugi proces widoczny gołym okiem. W wyniku silnego nagrzewania obszaru spawanego następuje powstawanie na powierzchni przedmiotu poddanego spawaniu rozwój charakterystycznego zabarwienia. Kolorystyka zabarwienia zależy od przebiegu procedury spawania i użytych gazów towarzyszących. Obniża to estetykę obrabianego elementu i z reguły, z uwagi na zastosowania obrabianych detali, powstałe przebarwienia muszą być usuwane.

Tworzenie się przebarwień: podstawy i skutki

Fizyczną podstawą obserwowanego zabarwienia są procesy absorpcji i odbicia światła padającego na powierzchnię metalu, na którym uformowana została warstwa tlenków o różnej grubości. Zjawisko to jest dobrze znane i opisane, a kolorystykę powierzchni stali różnych gatunków podają podręczniki z zakresu metalurgii. Dla przykładu stal z gatunku 304 wygrzewana w powietrzu w czasie 1 h przyjmuje kolory od jasnosłomkowego, uzyskiwanego w temperaturze 290°C, przez niebieski, uzyskany w temperaturze 540°C, aż po ciemnoniebieski i czarny w temperaturze 600°C [2].

Obszary dotknięte przebarwieniami są nieodporne na korozję, ponieważ warstwa tlenków jest bardzo nierówna i porowata oraz ma różnorodną strukturę chemiczną. Wpływ czynników atmosferycznych może spowodować w obszarach zubożonych w jony chromu inicjację korozji. Mamy zatem dwa współlistniejące problemy. Po pierwsze, przebarwienia z reguły nie są akceptowalne ze względów estetycznych, po drugie, detale z przebarwieniami utraciły własność odporności na rdzewienie.

Usuwanie przebarwień

Usuwanie przebarwień jest ważną czynnością w obróbce wykańczającej. Może być przepro-

Proces spawania stali wiąże się między innymi z negatywnymi skutkami, takimi jak podatność na korozję czy odbarwienia. Jak im zaradzić?

Z ARTYKUŁU DOWIESZ SIĘ:

- jakie negatywne efekty łączą się ze spawaniem stali metodą TIG,
- jakie są metody niwelowania przebarwień po spawaniu,
- jak działają urządzenia do oczyszczania stali.

wadzone na wiele sposobów, włączając obróbkę mechaniczną oraz obróbkę chemiczną. Metody mechaniczne polegające na szlifowaniu lub piaskowaniu pozwalają na usunięcie warstw tlenków i odsłonięcie metalu, którego powierzchnia jest uboga w jony chromu, dlatego muszą one być uzupełnione o procedurę przyspieszającą wytworzenie się warstwy pasywnej. Dodatkowo metody te wymagają stosowania wysokich standardów czystości oraz specjalnych ścierniw, stąd są one w praktyce problematyczne.

Częściej stosowanymi metodami usuwania przebarwień są metody chemiczne. Wymagają one stosowania agresywnych substancji, niebezpiecznych dla pracowników oraz wytwarzających opary. Stąd konieczność stosowania środków ochrony skóry, oczu oraz dróg oddechowych. Polegają one na zanurzeniu mniejszych elementów lub nanoszeniu na ich powierzchnię kwasów, które powodują usunięcie niechcianych warstw. Stosowane do tego środki mają różny skład, ale z reguły jest to mieszanina kwasu azotowego (HNO_3) w ilości około 10-30% oraz kwasu fluorowodorowego (HF) w ilości 1-2%. Taka mieszanina jest bardzo reaktywna i przy przekroczeniu pewnej temperatury może nawet prowadzić do podtrawiania obrabianych detali. Ze względów praktycznych trawienie w kąpeli o podanym składzie z reguły nie może być prowadzone w zakładzie, w którym prowadzono obróbkę mechaniczną i spawalniczą. Wymaga to odpowiedniego wyposażenia, zachowania norm dotyczących BHP oraz związanych z utylizacją odpadów. Dlatego też procesy te prowadzone są usługowo przez wyspecjalizowane firmy. Wiąże się to z koniecznością transportu detali do takie-

go zakładu, oczekiwania na usługę i stratami czasu związanymi z transportem. W handlu dostępne są również pasty i żele o mniej agresywnym składzie, nakładane za pomocą pędzli na obrabiane materiały. Mogą one być stosowane przy zachowaniu pewnych wytycznych BHP bezpośrednio w zakładzie produkującym detale. Nie jest to jednak proste, po nałożeniu preparatu i odczekaniu odpowiedniego czasu powierzchnia musi być splukana za pomocą płynu neutralizującego i wysuszona. Zdecydowanym minusem metod chemicznych jest ich kłopotliwość w stosowaniu oraz zwiększone zagrożenie dla personelu.

Alternatywą jest zastosowanie techniki elektrochemicznej. W tej technice stosowane są znacznie mniej agresywne środki, głównie na bazie około 30-proc. kwasu ortofosforowego (tego samego co w popularnym napoju gazowanym) z ewentualnymi dodatkami wpływającymi na lepkość elektrolitu i ewentualnie tworzenie piany. Właściwy proces zachodzi dzięki temu, że przez powierzchnię obrabianą przepływa prąd elektryczny płynący od detalu obrabianego przez elektrolit drugiej elektrody, którą stanowi najczęściej pędzel z włókna węglowego.

Metody elektrochemiczne

Metody elektrochemiczne stosowane w obróbce wykończeniowej stali nierdzewnej pozwalają na:

- oczyszczanie i pasywację obszarów spawanych,
- elektropolerowanie,
- znakowanie (barwienie).

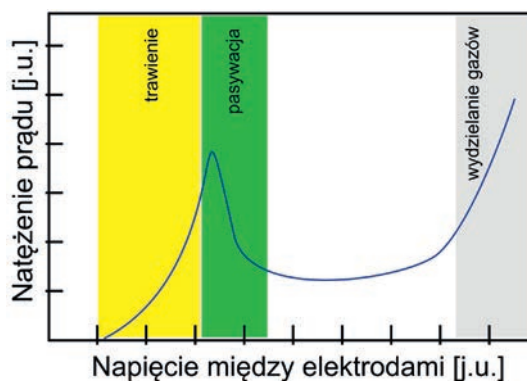
Metody elektrochemiczne bazują na zjawisku elektrolizy, w którym jedną z elektrod stanowi element obrabiany. Najczęściej stosowane jest tzw. anodowe czyszczenie – w którym obrabiany materiał jest spolaryzowany, aby był anodą. Podczas procesu elektrolit obecny między powierzchnią obrabianą a pędzlem węglowym, szczotką albo filcem nałożonymi na metalową elektrodę pełni trzy role, a mianowicie: umożliwia przepływ prądu elektrycznego, pozwala na transport materiału obrabianego w postaci jonów oraz chłodzi obszar reakcji. Z uwagi na pole elektryczne jony metalu wyrywane są z jego powierzchni i przechodzą do roztworu elektrolitu, proces ten postępuje dokładnie tak, jak w elektrolizie opisanej prawami Faradaya. Zgodnie z opisem Faradaya ilość sub-

❖ stacji, która podlega wytrawieniu, jest proporcjonalna do ładunku, jaki przepływa, a zatem do natężenia prądu biorącego udział w procesie. Trawienie prowadzi do odsłonięcia czystego chemicznie metalu, a ponadto anoda podlega utlenianiu, co prowadzi do odbudowania pożądanej warstwy pasywnej. Sam opis tego zjawiska brzmi bardzo prosto, może on też być zrealizowany za pomocą bardzo prostej aparatury. Najprostsze urządzenia dostępne na rynku składają się z zasilacza, kabla z zaciskiem do podłączenia detalu oraz uchwyty z metalową końcówką owiniętą szklaną tkaniną. Końcówkę z tkaniną namacza się w elektrolicie, a następnie pociera powierzchnię obrabianą.

Czy każde urządzenie działa tak samo skutecznie?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy odnieść się do wyników badań naukowych poświęconych procesowi elektrolizy z użyciem metalowej anody (którą chcemy obrabić). Wykres zamieszczony na rys. 1 przedstawia zależność natężenia prądu płynącego między elektrodami od przyłożonego do nich napięcia. Z pewnością czytelnik oczekiwałby zależności liniowej, zgodnej z prawem Ohma. Niestety z uwagi na procesy fizykochemiczne zależność ta jest silnie nieliniowa. W miarę zwiększania różnicy potencjałów między elektrodami od zera obserwujemy rejon, w którym dominuje trawienie anody, natężenie prądu rośnie mniej więcej z kwadratem wzrostu napięcia i uzyskuje wartość maksymalną na granicy obszaru, w którym rozpoczyna się proces pasywacji anody. W pewnym przedziale wartości napięć natężenie prądu spada wraz z narastaniem warstwy pasywnej, następnie występuje szeroki obszar plateau, zakończony nagłym wzrostem natężenia prądu i wejściem w obszar silnego wydzielania gazów na anodzie.

Wiele oferowanych na rynku urządzeń zaopatrzonych jest w bardzo prosty układ regulacji, a właściwie wyboru dwóch trybów pracy: „słaby” i „mocny”. Tak naprawdę są to proste zasilacze, często transformatorowe, a przełącznikiem użytkownik wybiera tylko napięcie pracy. Z oczywistych przyczyn nie pozwala to na dobór najbardziej optymalnego napięcia, które zapewni najpierw wytrawienie elementu i od razu efektywną pasywację. Bardzo często użytkownicy tych urządzeń raportują nadmierne grzanie się



Rys. 1. Zależność natężenia prądu od napięcia między elektrodami w procesie elektropolerowania [3]

detalu, dymienie elektrolitu i bardzo słabe wyniki czyszczenia. Najkorzystniejsze jest użycie urządzeń zawierających układy mikrokontrolerowe, które pozwalają na precyzyjny dobór parametrów pracy, a nawet same modulują napięcie w funkcji czasu, aby przeprowadzić proces wytrawienia i pasywacji równocześnie w praktycznie kilku ruchach pędzla węglowego.

Na co jeszcze zwrócić uwagę?

Dynamika usuwania przebarwień tlenkowych oraz odtworzenia warstwy pasywnej, poza zależnością od gęstości prądu rozumianej jako liczba amperów na cm^2 powierzchni styku pędzla z obrabianą powierzchnią, zależy również od temperatury, w jakiej zachodzi proces, oraz od stężenia i składu elektrolitów. Czyszczenie i pasywacja wiążą się z procesem elektropolerowania. W zasadzie używając tego samego elektrolitu, można prowadzić pasywację i elektropolerowanie. Niemniej jednak jeżeli zależy nam przede wszystkim na polerowaniu, należy użyć przeznaczonych do tego elektrolitów. Za pomocą jednego przebiegu uzyskuje się czystą i lśniącą powierzchnię z odbudowaną tlenkową warstwą ochronną bogatą w tlenek chromu. Badania wykazują, że metody elektrochemiczne pozwalają na osiągnięcie znacznie grubszej warstwy pasywnej w porównaniu do innych metod [4, 5]. Niezależnie od producenta urządzeń do elektrochemicznego czyszczenia i pasywacji otrzymuje się porównywalne własności, świadczące o odbudowaniu warstwy pasywnej [6]. Badania przeprowadzone dla stali nierdzewnej gatunku 316 wykazały, że proces pasywacji z zastosowaniem metody elektrolitycznej zachodzi najskuteczniej w temperaturze około 70°C , przy czym w zależności od temperatury, w jakiej zachodzi proces, wymagane są zmiany gęstości prądu. W tempe- ❖

SERIA MC5100

NOWE GATUNKI POKRYWANE CVD
IDEALNE DO OBRÓBKI ŻELIWA

SERIA DEDYKOWANA DO TOCZENIA
ŻELIWA Z DUŻĄ PRĘDKOŚCIĄ ORAZ
TOCZENIA PRZERYWANEGO

MC5105

Obróbka żeliwa szarego z dużymi
prędkościami skrawania

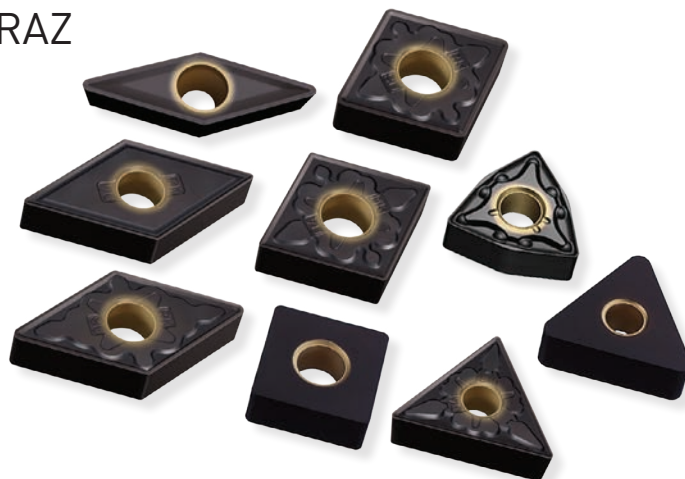
MC5115

Obróbka żeliwa sferoidalnego

MC5125

Obróbka ciężka przerywana żeliwa
sferoidalnego

Więcej informacji technicznych



Bądź na bieżąco
i zapisz się do

newslettera!



❖ raturach niższych niż 60°C dobre efekty pasywacji uzyskano, stosując gęstość prądu wynoszącą 2,5 A/cm², natomiast w temperaturach powyżej 75°C gęstość prądu może być niższa i mieścić się w zakresie 0,75 do 1,0 A/m² [7]. Nowoczesne urządzenia, np. takie, jak na rys. 2, pozwalają na pełną parametryzację pracy od precyzyjnej regulacji szybkości podawania elektrolitu po regulowany przebieg czasowy napięcia na elementach obrabianych.

Ekologia w zakładzie obróbczym

Nowoczesny zakład obróbczy musi działać w zgodzie z szeroko pojętą ekologią. Wymagania takie stawia przed przedsiębiorcami nie tylko społeczeństwo świadome zagrożeń płynących z zanieczyszczeń powstających w warsztatach, licznych odpadów, ale również przepisy prawa lokalnego oraz UE. Z uwagi na to warto stosować urządzenia, które minimalizują ilość odpadów, które trzeba utylizować. Na uwagę zasługuje rozwiązanie o nazwie handlowej Endlessbrush, które polega na zastąpieniu popularnych pędzelków węglowych przykręcanych przez miedziany sztyft do uchwytu. Pędzelki te ulegają zużyciu, po czym trzeba je wymienić na nowe. Zużyte, z resztką włosa węglowego i kawałkiem miedzi, są wyrzucane.

W rozwiązaniu pokazanym na rys. 3 wymienny zasobnik zawiera włosie węglowe o długości około 30 cm, co jest wielokrotnością długości typowych pędzelków obecnych na rynku, włosie wysuwane jest pokrętkiem w miarę jego zużycia. Użytkownik w razie potrzeby wymienia pusty zasobnik na nowy, a stary można poddać przetworzeniu na granulaty do produkcji plastiku i strzępki włókien węglowych do wzmocnień posadzek betonowych. Jest to realizacja tzw. taktyki zero waste. Z uwagi na wskazane argumenty stosowanie techniki elektrochemicznej



Rys. 2. Urządzenie do elektrolitycznego czyszczenia i pasywacji stali nierdzewnej



Rys. 3. „Bezkońcowy” pędzel węglowy wyposażony w końcówkę podającą automatycznie elektrolit oraz zasobnik z włosiem węglowym, wynalazek autora, zgłoszony do Urzędu Patentowego RP

w celu usuwania przebarwień i pasywacji stali nierdzewnej jest zdecydowanie korzystne zarówno ze względów ekonomicznych, jak i z uwagi na warunki BHP oraz ochronę środowiska. □

Piśmiennictwo

1. Wijesinghe T.L.S.L., Blackwood D.J.: *Applied Surface Science*. 2006, 253, 1006-1009.
2. Łabanowski J., Głowacka M.: *Heat tint colours on stainless steel and welded joints*. „Welding International”, 2011.
3. Han W., Fang F.: *Fundamental aspects and recent developments in electropolishing*. „International Journal of Machine Tools and Manufacture”, 2019, 139.
4. Lee S.J., Lai J.J.: *The Effects of Electropolishing (EP) Process Parameters on Corrosion Resistance of 316L Stainless Steel*. „J. Mater. Process. Technol.”, 2003.
5. He H., Zhang T., Zhao C., Hou K., Meng G., Shao Y., Wang F.: *Effect of alternating voltage passivation on the corrosion resistance of duplex stainless steel*. „Appl J. Electrochem”, 2009.
6. Trydell K., Holgersson J.: *Pitting Corrosion Evaluation of Post-Weld Cleaning Methods for Stainless Steel Welds*, Degree Project In Mechanical Engineering, Second Cycle, 30 Credits Stockholm, Sweden 2019.
7. Hocheng H., Kao P.S., Chen Y.F.: *Electropolishing of 316L Stainless Steel for Anticorrosion Passivation*. „Journal of Materials Engineering and Performance”, 2001, 10: 414-418.