

# Technologie napawania



**TOMASZ SZULC**

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA\*

**NAPAWANIE WYKORZYSTYWANE JEST NAJCZĘŚCIEJ DO REGENERACJI ZUŻYTYCH CZĘŚCI POPRZEZ ICH POKRYCIE ODPOWIEDNIĄ POD WZGLĘDEM SKŁADU I GRUBOŚCI WARSTWĄ METALU. BYWA TEŻ STOSOWANE DLA USZLACHTNIANIA CZĘŚCI NOWYCH**

Zasadnicza różnica pomiędzy napawaniem i natryskiwaniem (omówionym w „Autonaprawie” nr 3/2011 i 7/8/2011) polega na tym, że podczas napawania następuje nadtopienie podłoża, z którym nowa warstwa łączy się kohezynie, a podczas natryskiwania podłoże nie ulega nadtopieniu, więc nowa warstwa wiąże się z nim w sposób mechaniczno-adhezyjny.

Z powodu nadtopienia podłoża nanoszona warstwa jest mieszaniną materiału dodatkowego i rodzimego. Gdy są to metale o identycznym lub bardzo zbliżonym składzie chemicznym, ich mieszanie nie odgrywa niemal żadnej roli. Im bardziej jednak podłoże i napoina różnią się składem, tym wpływ ich wymieszania na właściwości nowej warstwy staje się bardziej znaczący.

Wymieszanie określa się procentową zawartością składników podłoża w powłoce. Jeśli wymagane jest naniesienie warstwy całkowicie wolnej od składników podłoża, w praktyce najczęściej wykonuje się struktury wielowarstwowe, przyjmując, że przy odpowiednio dobranych parametrach procesu już trzecia warstwa nie zawiera składników podłoża.

Przy napawaniu nie jest konieczne nadawanie energii kinetycznej kroplom stopionego materiału dodatkowego, toteż do realizacji tego procesu nie są potrzebne urządzenia o specjalnej konstrukcji. Najczęściej wystarcza użycie klasycznego sprzętu spawalniczego. Sprzęt przeznaczony wyłącznie do napawania pojawił się dopiero niedawno.

## Napawanie regeneracyjne

Pierwsze próby napawania miały miejsce u zarania „ery spawalnictwa”, czyli pod koniec XIX wieku. Podobno demonstrował je prekursor spawania łukowego – rosyjski wynalazca Nikołaj Benardos już w 1881r. Używał do tego elektrody grafitowej, łuk jarzył się między nią a napawanym przedmiotem, a materiał dodatkowy w postaci drutu podawany był ręcznie do strefy stapiania. Benardos w swych pierwszych patentach (z 06.07.1885 r.), dotyczących „Metody obróbki metalu za pomocą bezpośrednio użytego prądu elektrycznego”, wspomina o użyciu materiału dodatkowego o tym samym składzie, co materiał rodzimy do naprawy odlewów i odtwarzania geometrii zużytych części maszyn. Z perspektywy obecnej wiedzy metalurgicznej można przyjąć, iż utwardzone wskutek silnego nawęglenia stopiwo, powstające w tej metodzie, lepiej nadawało się do napawania niż do spawania.

Inny rosyjski wynalazca, Nikołaj Stawianow, stosował napawanie łukowe do naprawy wadliwych odlewów. W 1890 r. opatentował udoskonaloną metodę, w której zamiast elektrody grafitowej zastosował pręt wykonany z metalowego materiału dodatkowego. W ciągu trzech lat w fabryce w Permie, gdzie pracował, przeprowadzono tą metodą ponad 1600 napraw odlewów.

Obie te historyczne metody napawania nie są od dawna stosowane, gdyż zastąpiły je technologie nowsze, bardziej wydajne i skuteczne.

## Napawanie łukowe elektrodami otulonymi

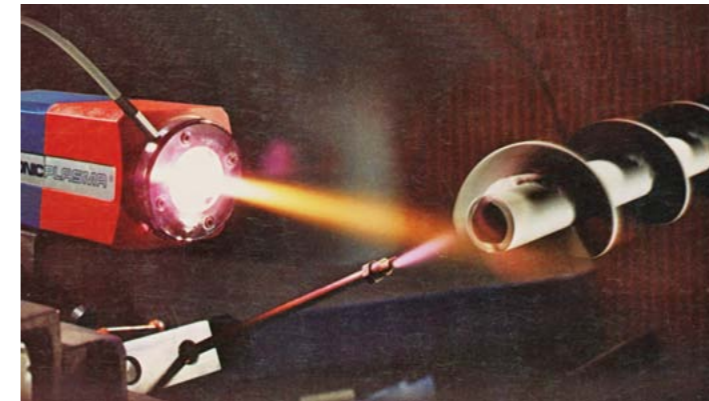
Opatentowane przez Kjellberga w 1908 r. elektrody otulone nadawały się równie dobrze do spawania i do napawania. Tanie źródła zasilania, nieskomplikowane uchwyty oraz wielka różnorodność dostępnych elektrod czyniły tę metodę bardzo atrakcyjną. W praktyce początkowo do nanoszenia warstw stosowano elektrody o składzie takim samym, jak materiał

rodzimy, z czasem w celach regeneracyjnych zaczęto stosować elektrody o zmodyfikowanym składzie. Wymagało to sporej wiedzy metalurgicznej, gdyż im bardziej różnią się od siebie stopiwo i materiał rodzimy, tym większe jest ryzyko powstania w strefie przetopienia (wymieszania) niekorzystnych struktur mogących zniweczyć pozytywne skutki napawania, np. przez nadmierną twardość i łatwość pęknięcia (czasem nawet w wyniku skurczu cieplnego podczas samego procesu). Elektrody otulone są nadal stosowane do drobnych napraw odlewów stalowych i zużytych części stalowych, choć ich zastosowanie jest zasadne tylko przy niewielkim zakresie prac wykonywanych w warunkach polowych. Uzyskiwany współczynnik wymieszania wynosi wówczas od 10 do 40%, a minimalna grubość pojedynczej warstwy ok. 1 mm.

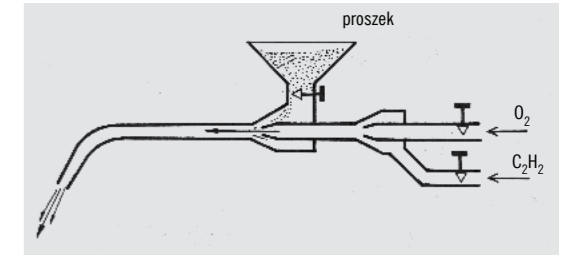
## Napawanie w osłonach gazowych

Do tego rodzaju napawania stosowane są metody GTA i GMA. W pierwszej z nich, czyli napawaniu z wykorzystaniem elektrody nietopliwej i osłony z gazów obojętnych (hel, argon i ich mieszanki), zaletą jest możliwość wykonywania wysokiej jakości napoin na elementach wykonanych ze stopów aluminium, tytanu i magnezu oraz niski współczynnik wymieszania, nieprzekraczający 10%. Główną wadą pozostaje niewielka wydajność ręcznie wykonywanego procesu (zwykle 2-3 kg/h) i konieczność zatrudnienia wysoko wykwalifikowanych spawaczy.

W zmechanizowanej, a nierzadko zautomatyzowanej metodzie GMA elektrodą jest stapiający się materiał dodatkowy w postaci drutu, a osłonę gazową



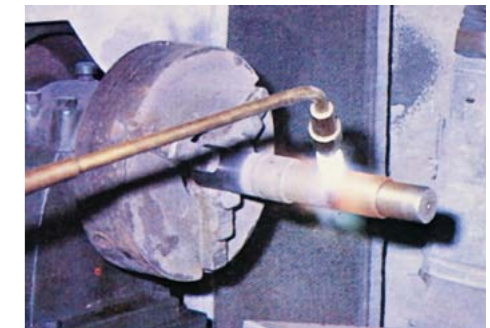
NAPAWANIE PLAZMOWE



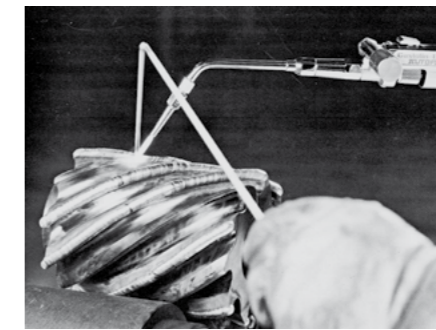
SCHEMAT JEDNEJ Z KONFIGURACJI PALNIKA DO NAPAWANIA PŁOMIENIOWEGO PROSZKAMI



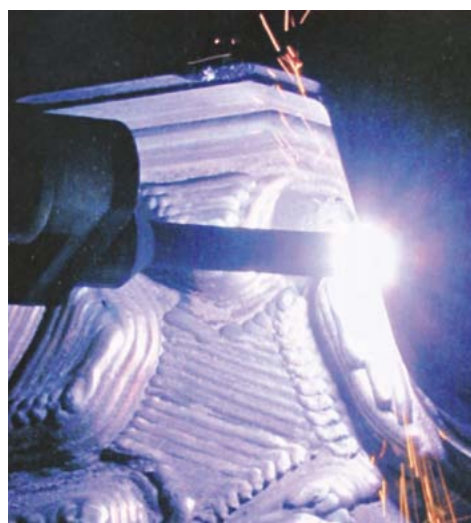
PALNIK DO NAPAWANIA PROSZKAMI Z KOMPLETEM KOŃCÓWEK



NAPAWANIE PŁOMIENIOWE WAŁKA



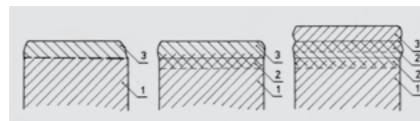
NAPAWANIE PŁOMIENIOWE – U GÓRY: FREZU, OBOK: FORMY ODLEWNICZEJ



NAPAWANIE METODĄ GMA



PRZEKRÓJ PRÓBKI Z POJEDYNCZĄ NAPIOINĄ (STAL NA STALI)



RÓŻNICE MIĘDZY WARSTWAMI NATRYSKIWANYMI (Z LEWEJ), NAPAWANYMI JEDNO- I WIELOWARSTWOWYMI (Z PRAWYJ). 1. MATERIAŁ RODZIMY, 2. STREFA PRZETOPIONIA (WYMIESZANY MATERIAŁ WARSTWY ZEWNĘTRZNEJ I PODŁOŻA), 2A. STREFA PRZETOPIONIA (WYMIESZANY MATERIAŁ WARSTWY 2. I 3.), 3. WARSTWA ZEWNĘTRZNA

FOT. CASTOLIN-EUTECTIC, T. SZULC, ARCHIWUM AUTORA, RYS. T. SZULC

FOT. CASTOLIN-EUTECTIC, ARCHIWUM AUTORA, RYS. B. GINTER

stanowią mieszanki gazów obojętnych (napawanie metali nieżelaznych) lub gazów aktywnych (napawanie stali). Zaletą jest duża wydajność (10 kg/h i więcej), dostępność urządzeń zautomatyzowanych i wysoka jakość napoin.

## Napawanie łukiem krytym

Przypomina ono metodę GMA z tą różnicą, że jezioro ciekłego metalu i otoczenie spoiny jest chronione przez granulowany i częściowo stopiony topnik. Skutkuje to nie tylko niewielkim utlenieniem napoiny, ale i znacznym wzrostem wydajności stapiania, gdyż straty ciepła łuku są niemal trzykrotnie mniejsze niż np. przy napawaniu elektrodami otulonymi. Istnieje możli-

wość szybkiego stapiania dużej ilości stopiwa, nawet ponad 40 kg/h, a to oznacza wytwarzanie albo warstw o dużej grubości, albo cienkich powłok z bardzo dużą wydajnością. Minimalny współczynnik wymieszania wynosi jednak aż 30%.

Do tego rodzaju napawania można stosować urządzenia wielogłowicowe lub materiał dodatkowy w postaci taśmy, dzięki czemu szerokość wykonywanej napoiny może być kilka, a nawet kilkanaście razy większa niż w przypadku napawania pojedynczym drutem elektrodowym. Pierwsze informacje o wieloelektrodowym napawaniu pod topnikiem zaczęły pojawiać się w literaturze fachowej na samym początku lat 50. ubiegłego stulecia.