ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1973

Seria: Mechanika z. 50 Nr kol. 368

Andrzej Klimpel, Jerzy Dziubiński,
Piotr Makosz, Zbigniew Materka

Instytut Metaloznawstwa i Spawalnictwa

NAPAWANIE ŁUKIEM KRYTYM Z POPRZECZNYM ROZPROWADZANIEM STOPIWA

Streszczenie. Opisano przebieg badań nad opracowaniem technologii regeneracyjnego napawania łukiem krytym wałków z zastosowaniem wahliwego ruchu elektrody. Ustalono optymalne parametry napawania i przeprowadzono badania mechaniczne i metalograficzne napawanych przedmiotów. Opracowana technologia znalazła zastosowanie do regeneracji czopów zestawów kół wagonowych.

Wstęp

Części maszyn i urządzeń ulegają zużyciu powierzchniowemu na skutek tarcia, erozji i korozji. Regeneracja zużytych części polega na przywróceniu im pierwotnych kształtów przez nałożenie brakującego materiału na drodze pokrycia galwanicznego, metalizacji natryskowej i napawania łukowego. Najpopularniejszą z tych metod, zwłaszcza w przemyśle ciężkim, jest regeneracja przez napawanie łukowe, będąca źródłem poważnych oszczędności stali. Wysokie efekty ekonomiczne napawania wynikają z:

- różnicy kosztu nowego przedmiotu oraz kosztu regeneracji i wartości zezłomowanego przedmiotu,
- możliwości wielokrotnej regeneracji tego samego przedmiotu,
- możliwości zastosowania do napawania materiału o znacznie wyższych własnościach eksploatacyjnych a więc możliwości wyraźnego przedłużenia żywotności przedmiotu [1-3].

Istnieje wiele metod napawania łukowego, z których powszechne zastosowanie znajdują: napawanie elektrodami otulonymi, napawanie w atmosferze gazów ochronnych, napawanie plazmowe, napawanie wibrostykowe i napawanie łukiem krytym. Wybór właściwej metody napawania uzależniony jest jednakże od wielu czynników z których najważniejszymi są:

- wymiary i kształt przedmiotu regenerowanego,
- rodzaj materiału przedmiotu,
- wymagane wymiary, kształt i własności warstwy napawanej,
- warunki techniczne zakładu i ilość regenerowanych przedmiotów.

Racjonalny wybór musi znaleźć uzasadnienie w możliwie najwyższych efektach ekonomicznych. Napawanie łukiem krytym, dzięki dużej wydajności pro-

cesu, stosuje się do napawania stosunkowo dużych powierzchni lub do wykonywania dużej ilości grubych warstw. Stosuje się najczęściej napawanie jednym lub wieloma drutami elektrodowymi albo taśmami [3-6].

W przypadku napawania przedmiotów cylindrycznych o niedużych średnicach, dla otrzymania cienkiej i równomiernie wtopionej napoiny, konieczne jest utrzymanie małego jeziorka kąpieli metalowej. Przy napawaniu łukiem krytym, charakteryzującym się dużymi energiami liniowymi, niemożliwe jest spełnienie tego warunku. Badania nad napawaniem łukiem krytym elektrodą taśmową wykazały, że charakterystycznym zjawiskiem występującym podczas napawania jest błądzenie łuku [7]. Łuk nie jarzy się na całym przekroju topionej taśmy, lecz wędruje po nim. Daje to możliwość zmniejszenia stopnia przetopienia materiału rodzimego oraz uzyskania mniejszych grubości napoiny. Przemieszczanie się łuku w tej metodzie napawania jest jednakże przypadkowe i niekontrolowane.

Szczegółowa analiza wymienionych zjawisk nasunęła przypuszczenie, że w przypadku kontrolowanego, poprzecznego przemieszczenia łuku można będzie uzyskać szerokie, stosunkowo równomiernie wtopione, o małej grubości napoiny na przedmiotach cylindrycznych o niewielkiej średnicy [8, 9].

Badania własne

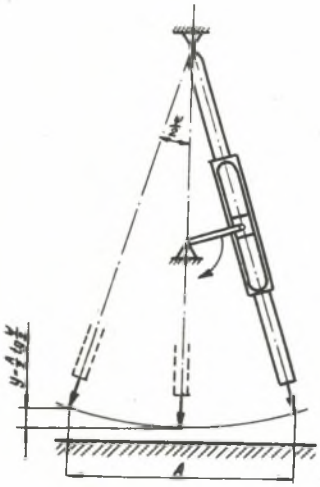
Badania nad ustaleniem optymalnych warunków napawania łukiem krytym z poprzecznym rozprowadzaniem stopiwa przeprowadzono na urządzeniu prototypowym Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach, stosując dodatkowo urządzenia własnej konstrukcji do wahania elektrody. Napawano wałki ze stali St5P o średnicy Ø 120 mm i długości 180 mm, modelujące czopy zestawów kół wagowych wymagające regeneracji. Jako materiały dodatkowe stosowano drut elektrodowy Ø 2 mm w gatunku 35 HGSA (tabl. 1) i topnik TMn I, wysuszony przed użyciem w 200°C przez 2 godziny.

Tablica 1

Skład chemiczny drutu 35 HGSA % [3]

Rodzaj drutu	C	Mn	Si	Cr	P max	S max
35HGSA	0,32-0,39	0,8-1,1	1,1-1,4	1,1-1,4	0,03	0,03

Analiza układów mechanicznych stosowanych przy spawaniu łukowym w osłonie gazowej z poprzecznym rozprowadzaniem stopiwa (wahliwym ruchem elektrody) [8] jak i wyniki badań wstępnych, pozwoliły na stwierdzenie, że prawie równomiernie wtopione, szerokie i o niewielkiej grubości napoiny można otrzymać stosując mechanizm przedstawiony na rys. 1.



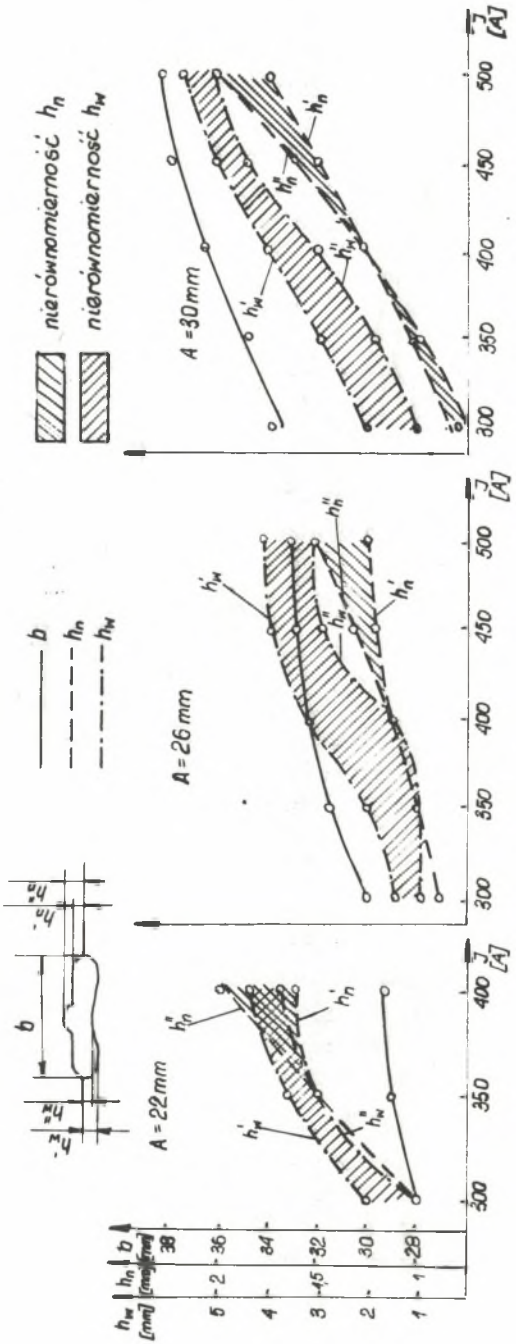
Rys. 1. Schemat kinematyczny mechanizmu wahającego z zaznaczeniem zmiany długości wolnego wylotu elektrody w czasie wahań

Badania nad ustaleniem optymalnych parametrów napawania przeprowadzono przyjmując jako kryterium oceny napoiny:

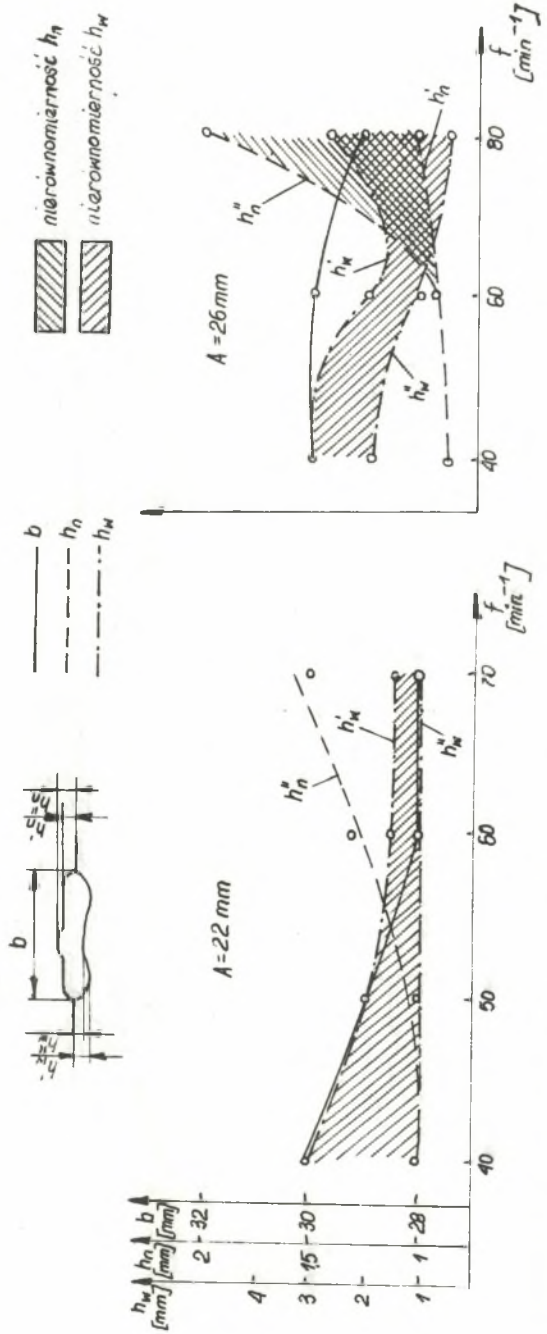
- twardość napoiny ~300 HV,
- grubość napoiny max. 1,5 mm,
- brak jakichkolwiek wad,
- maksymalny czas napawania poniżej 15 min.

Wyniki badań wpływu parametrów napawania na wymiary napoiny przedstawiono na rysunkach 2-6, zaś na rysunku 7 przedstawiono wpływ natężenia prądu i amplitudy wahań na tworzenie się pęknięć w napoinie. Na podstawie tych badań ustalono optymalne warunki napawania czopa, które zestawiono w tablicy 2.

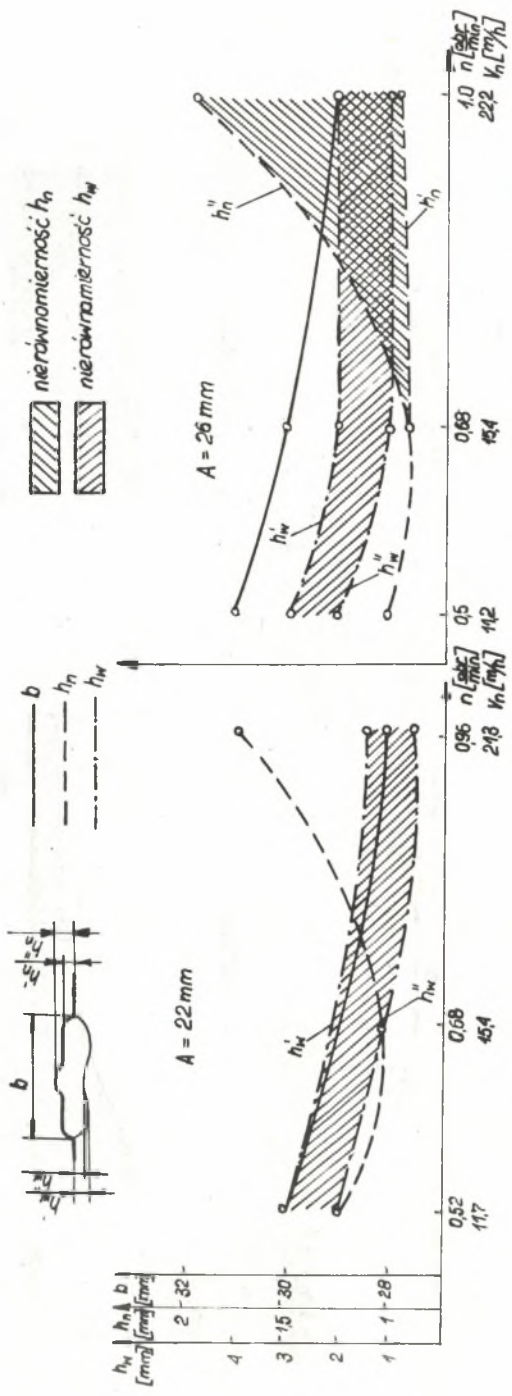
P r ó b y u d a r n o ś c i czopa przeprowadzono na próbkach Mesnagera pobranych z różnych obszarów czopa napawanego przy parametrach optymalnych, nacinając karb w napoinie, strefie wpływu ciepła i materiale rodzimym. Wyniki badań zestawiono w tablicy 3.



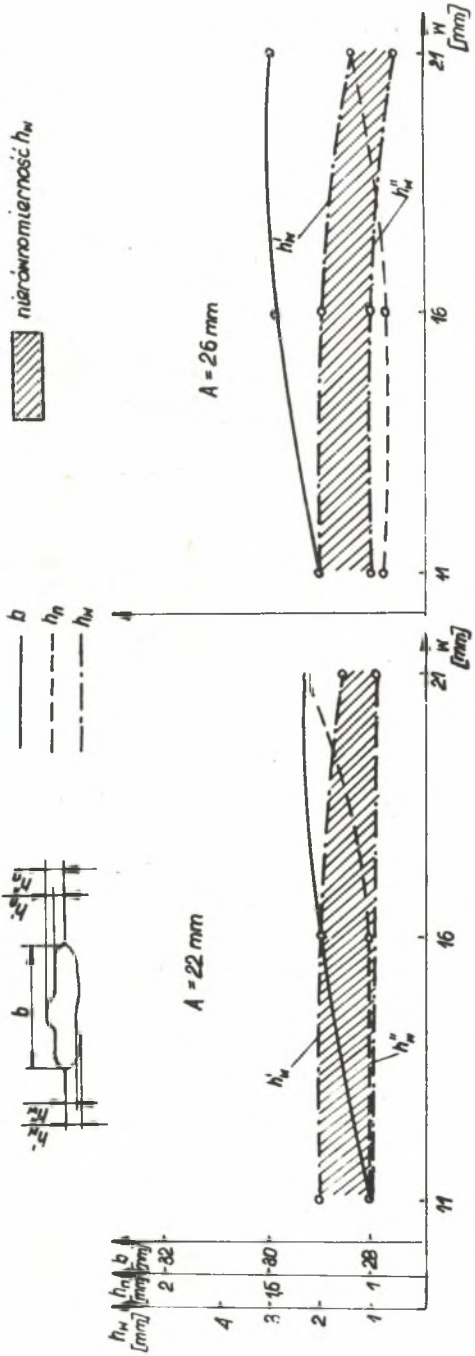
Rys. 2. Wpływ natężenia prądu na wymiary napoiny przy różnych amplitudach A = 22 mm, A = 26 mm i A = 30 mm. Pozostałe parametry: napięcie łuku U = 30 V; częstotliwość wahań f = 60 min^{-1}; obroty czopa n = 0,68 min^{-1}; wylot elektrody w = 16 mm; wyprzedzenie a = 18 mm



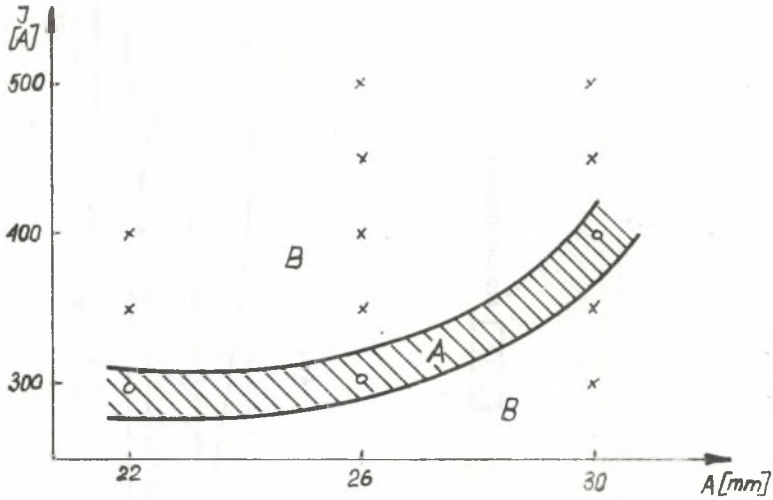
Rys. 3. Wpływ częstotliwości wahań elektrody na wymiary napoiny przy różnych amplitudach A = 22 mm i A = 26 mm. Pozostałe parametry: natężenie prądu I = 300 A; napięcie łuku U = 30 V; obroty czopa n = 0,7 min^{-1}; wylot elektrody w = 16 mm; wyprzedzenie a = 18 mm



Rys. 4. Wpływ obrotów czopa (prędkości napawania) na wymiary napoiny przy różnych amplitudach A = 22 mm i A = 26 mm. Pozostałe parametry: natężenie prądu I = 300 A; napięcie łuku U = 30 V; częstotliwość wahań f = 50 min^{-1}; wylot elektrody w = 16 mm; wyprzedzenie a = 18 mm

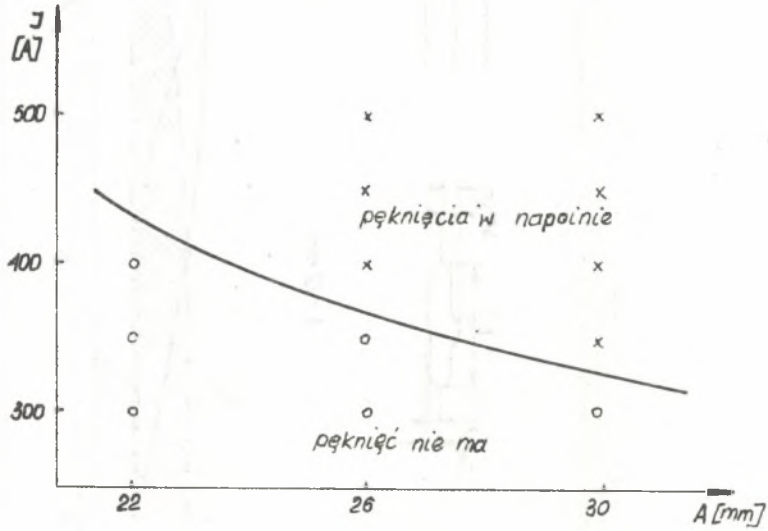


Rys. 5. Wpływ wylotu elektrody na wymiary napoiny przy różnych amplitudach A = 22 mm i A = 26 mm. Pozostałe parametry: natężenie prądu I = 300 A; napięcie łuku U = 30 V; częstotliwość wahań f=50 min^{-1}; obroty czopa n = 0,68 min^{-1}; wyprzedzenie a = 18 mm



Rys. 6. Wpływ natężenia prądu (I) i amplitudy wahań (A) na równomierność nadlewu napoiny

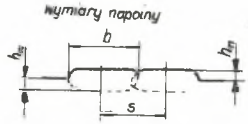
A - obszar równomiernego nadlewu napoiny, B - obszar nierównomiernego nadlewu napoiny



Rys. 7. Występowanie pęknięć w napoinie w zależności od natężenia prądu (I) i amplitudy (A)

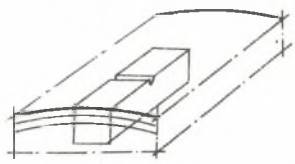
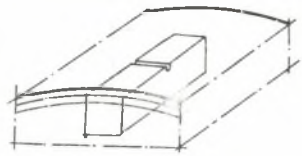
Tablica 2

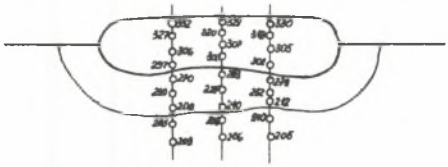
Optymalne parametry napawania czopów zestawów kołowych przy zastosowaniu wahającego ruchu elektrody

Drut elektrodowy gatunek i średnica mm	Topnik-gatunek granulacja mm	Natężenie prądu spawania J, A	Napięcie łuku U, V	Biegunowość elektrody	Amplituda wahań końca elektrody A, mm	Częstotliwość wahań elektrody f, min^{-1}	Prędkość napawania m/h	Obroty czopa n, min^{-1}	Wylot elektrody w, mm	Prędkość przesuwu suportu wzdłuż osi czopa m/h	Przesunięcie głowicy w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów czopa a, mm	Czas napawania min				
													b	s	h_n	h_w
35 HGSA ø 2,0	TMnI 0,5--3,0	280--320	30--35	+	22	50	15,4	0,68	16	1,02	18	12,0	29	25	1	1,5

Tablica 3

Wyniki badań udarności metodą Mesnagera próbek z karbem w napoinie, w strefie wpływu ciepła i w materiale rodzimym w temperaturze + 20°C

Umiejscowienie karbu	Udarność KM kG/cm^2	Udarność KM wartość śr. kG/cm^2	Szkic pobrania próbki
W napoinie	6,7 7,5 6,9	7,0	
W strefie wpływu ciepła	7,6 8,2 8,2	8,0	
W materiale rodzimym	8,5 8,5 8,7	8,6	

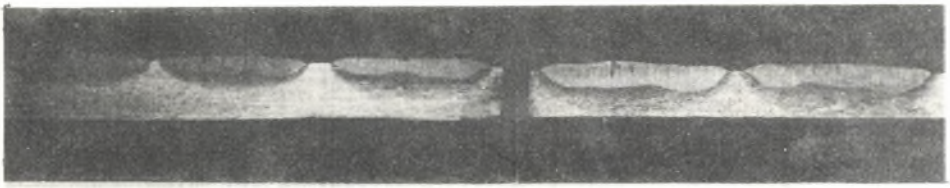


Rys. 8. Twardość na przekroju czopa napawanego z zastosowaniem wahających ruchów elektrody

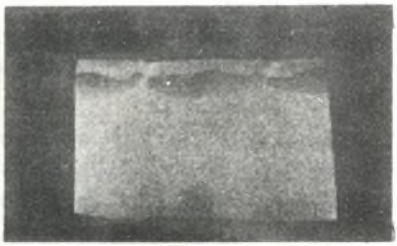
B a d a n i a t w a r d o ś c i przeprowadzono metodą Vickersa HV_{30} na zgładach pobranych z napawanego czopa. Rozkład punktów pomiarowych oraz odpowiadające im twardości (średnie z trzech pomiarów) przedstawiono na rysunku 8.

B a d a n i a m e t a l o g r a f i c z n e przeprowadzono w celu określenia kształtu, makrostruktury oraz jakości wykonanych napoin. Obserwacji makroskopowych dokonano na przekrojach czopów napawanych przy różnych parametrach. Wyniki badań przedstawiono na rys. 9.

Wyniki badań mikroskopowych służących do oceny mikrostruktury w obszarze napoiny i strefy wpływu ciepła przedstawia rys. 10.



a) b) c) d) e)



f)

Rys. 9. Makrostruktury napoin wykonanych wahającą elektrodą przy U = 30 V, n = 0,68 min^{-1}, w = 16 mm oraz:

a) A = 22 mm
I = 300 A
A = 17 mm
f = 70 min^{-1}

b) A = 22 mm
I = 300 A
a = 18 mm
f = 50 min^{-1}

c) A = 26 mm
I = 350 A
a = 18 mm
f = 60 min^{-1}

d) A = 30 mm
I = 450 A
a = 18 mm
f = 60 min^{-1}

e) A = 30 mm
I = 400 A
a = 18 mm
f = 60 min^{-1}

f) makrostruktura odcinka napawanego czopa wykonanego parametrami zgodnie z tablicą 2

Uwaga: oznaczenie symboli wg tablicy 2. W napoinach d) i e) widoczne pęknięcia.

Rys. 10. Mikrostruktura przejścia z napoiny do strefy wpływu ciepła, trawnital, 250 x

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono:

1. Napawanie czopów zestawów kół wagonowych łukiem krytym z poprzecznym rozprowadzeniem stopiwa (wahliwym ruchem drutu elektrodowego) pozwala na otrzymanie warstwy napawanej w czasie poniżej 15 min. o grubości 1-1,5 mm i twardości około 300 HV.

2. Proces napawania czopów przy optymalnych parametrach nie powoduje powstawania pęknięć i struktur hartowania w strefie wpływu ciepła oraz nie obniża udarności materiału czopa poniżej wymaganej ($K\ M_{+20^oC}$ = min 6 kGm/cm^2 wg PN-60/K-91047).

3. Opracowana technologia napawania z uwagi na swoje zalety takie jak: krótki czas napawania przedmiotu, napoina ułożona równomiernie o niewielkiej grubości, niewielka wykańczająca obróbka wiórowa, powinna znaleźć szerokie zastosowanie w regeneracji części maszyn.

LITERATURA

1. Pilarczyk J., Karłaszewski B. - Przegląd Spawalnictwa, 8-9, 1970,182.
2. Majewski J. - Automatyczne napawanie łukowe, WNT, W-wa 1972.
3. Węgrzyn J., Korkiewicz R. - Automatyczne spawanie i napawanie pod topnikiem, WNT, W-wa, 1966.
4. Van Dyke L., Wittstock G. - Welding Journal, 5, 1972, 383.
5. Grönback I. - Centr. Ośr. Konstr. Bud., 1971.
6. Foley W. - Constr. a. Brit. Weld. J. 12, 1971, 442.
7. Żurawik K. - Napawanie łukiem krytym elektrodą taśmową prowadnic krzyżulców, Praca Badawcza Instytutu Spawalnictwa nr Cf - 17, 1965.
8. Akułow A.I., Spicin W.W. - Swarocznoje proizwodstwo, 11, 1965, 32.
9. Cigan B.G., Mironienko A.F., Gdiemienko B. - Swarocznoje proizwodstwo, 2, 1969, 22.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАПЛАВКА ПОД ФЛЮСОМ
С ПОПЕРЕЧНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НАПЛАВЛЯЕМОГО МЕТАЛЛА

Р е з ю м е

Описывается ход исследований по разработке технологии регенерационной наплавки под флюсом балков с применением колебательного движения электрода. Были установлены оптимальные режимы наплавки и были проведены механические и металлографические исследования наплавленных деталей. Разработанная технология нашла применение при регенерации цапоф железнодорожных колёсных пар.

SUBMERGED ARC SURFACING WITH WELD METAL CROSS DISTRIBUTION

S u m m a r y

Study the process of shafts submerged arc surfacing with elektrode hesitate moving is described. Optimum surfacing parameters were established and mechanical and metallographic tests of weldments were carry out.

The developed process found use in train cars wheel assembly plugs rebuilding.