

Vpliv sestave oplaščenja na varilnotehnične lastnosti elektrode

Influence of Electrode Coating Composition on Welding Characteristics

Kejžar R.¹, B. Kejžar, ZRMK Ljubljana

Sestava oplaščenja zelo pomembno vpliva na varilno tehnične lastnosti elektrode. Rutilno oplaščenje zagotavlja boljšo ionizacijo obloka, finokapljičasto odtaljevanje elektrode in stabilno varjenje tudi z izmeničnim tokom. Varjenje z bazično oplaščenimi elektrodami pa je zahtevnejše. Da zagotovimo stabilen oblok moramo variti z enosmernim tokom (plus pol na elektrodi). Zaradi močne dezoksidacije kapljic je odtaljevanje grobokapljičasto. Prednost varjenja z bazično oplaščenimi elektrodami pa je visoka kvaliteta zvarov. Z bazično oplaščenimi elektrodami varimo najzahtevnejše zveze z garantirano žilavostjo pri nizkih temperaturah. Z razvojem novih vrst oplaščenih elektrod želimo združiti dobre lastnosti bazično in rutilno oplaščenih elektrod. Eden od načinov so dvojno oplaščene elektrode, drugi pa uporaba novih sintetičnih repromaterialov (z dodatki alkalijskih oksidov) pri pripravi elektrodne mase za oplaščenje.

Ključne besede: bazično in rutilno oplaščene elektrode, dvojno oplaščenje, sintetični repromateriali z dodatkom alkalijskih oksidov, stabilnost obloka - delež kratkostičnega odtaljevanja (analizator AH-7), varilnotehnične lastnosti elektrode

Coating composition exerts an important influence on welding characteristics of an electrode. Rutile coating permits a better arc ionization, fine-droplet melting of the electrode, and stable welding even in the case of alternating current. Welding with basic-coated electrode, however, is more exacting. In order to ensure a stable arc, direct current (electrode positive) should be used. Owing to a strong deoxidation of the droplets, coarse-droplet melting occurs. High-quality welds, however, are an advantage offered by welding with basic-coated electrodes. Welding with basic-coated electrodes is suitable for the most exacting welds with guaranteed toughness at low temperatures. By developing new kinds of coated electrodes, we wish to combine good properties of basic and rutile coated electrodes. One way to achieve this are double-coated electrodes and the other is application of new synthetic materials for processing (with additions of alkaline oxides) in the preparation of an electrode mass for coating.

Key words: basic and rutile-coated electrodes, double coating, synthetic materials for processing with addition of alkaline oxides, arc stability, portion of shortcircuit melting (analyser AH-7), welding characteristics of electrodes

1.0 Uvod

Nihanja jakosti in napetosti v odvisnosti od odtaljevanja elektrodne žice med varjenjem so zelo pomemben podatek pri razvoju in izpopolnjevanju dodatnih materialov. Omenjene meritve, ki jih omogoča analizator "AH-7", pojasnjujejo vpliv sestave elektrodne obloge oz. njenih komponent na stabilnost varjenja in ostale varilno-tehnične lastnosti elektrode⁽¹⁾.

Kvaliteta elektrod je močno odvisna tudi od navlaževanja elektrodne obloge. Najpogosteje je vlaga tudi vzrok za vnos

vodika v zvar. Posledice pa so napetosti, mikro razpoke, krhkost in poslabšanje mehanskih lastnosti zvarnih spojev⁽²⁾.

Vlaga v oplaščenju pa tudi pomembno vpliva na odtaljevanje ter ionizacijo in stabilnost obloka. Zato lahko zelo moti testiranje elektrod z analizatorjem "AH-7". Da bi dobili dejansko vpliv sestave elektrodne obloge na odtaljevanje in stabilnost obloka moramo elektrode pred testiranjem sušiti. Pozorni moramo biti tudi na sestavo varilne žice ter dezoksidante in legirne elemente v oplaščenju. Kisik je površinsko aktiven element, ki zmanjšuje površinsko napetost kapljic. Močnejša dezoksidacija bo povzročila grobokapljičasto odtaljevanje z večjim deležem kratkih stikov, ki je značilno za bazične in močno legirane elektrode^(3,2).

¹ dr. Rajko KEJŽAR, dipl. inž.
Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij
Dimitrova 12, 61000 Ljubljana

2.0 Odtaljevanje in varilnotehnične lastnosti izbranih elektrod

Razlike med bazično in rutilno oplaščenimi elektrodami so zelo velike. Oblok je pri varjenju z rutilno oplaščenimi elektrodami (Finkord) bolj stabilen. Z njimi varimo lahko tudi z izmeničnim tokom. Bazično oplaščene elektrode (EVB 50) pa so varilnotehnično bolj problematične. Z njimi moramo zaradi slabše ionizacije obločne atmosfere variti z enosmernim tokom (plus pol na elektrod).

Razlike so posledica sestave elektrodne obloge, ki pri rutilno oplaščenih elektrodah zagotavlja boljšo ionizacijo obloka in finokapljičasto odtaljevanje. Varjenje z bazično oplaščenimi elektrodami je zahtevnejše, kvaliteta zvarov pa bistveno boljša. Zelo kvalitetne zveze z garantirano žilavostjo pri nizkih temperaturah dobimo le z bazično oplaščenimi elektrodami. Z razvojem novih vrst oplaščenih elektrod (dvojno oplaščenje, K- in Na- sintetični repromateriali v elektrodni oblogi) želimo združiti dobre lastnosti bazično in rutilno oplaščenih elektrod.

2.1 Vpliv dvojnega oplaščenja

Stabilnost varjenja smo ugotavljali z analizatorjem "AH-7", ki omogoča spremljanje nihanja jakosti in napetosti varilnega toka ter statistično ovrednoti varjenje. Analizator je rezultat dolgotrajnega raziskovalnega dela prof. dr. Rehfeldta iz Univerze v Hannoveru. "AH-7" je že sedma zelo zmogljiva generacija omejenega analizatorja za spremljanje dogajanj v obloku med varjenjem. Primerjali smo rutilno oplaščeno elektrodo "Finkord" z bazično oplaščeno elektrodo "EVB 50" in dvojno oplaščeno elektrodo "EVB S". Pred varjenjem smo elektrode osušili ter tako izključili vpliv vlage na odtaljevanje. Motnje pri odtaljevanju (delež kratkih stikov) smo določali z napetostno analizo (glej slike 1-3).

Dvojno oplaščenje zagotovi elektrodi "EVB S" zelo stabilen oblok. Variilno tehnično je elektroda "EVB S" povsem podobna rutilno oplaščeni elektrodi "Finkord" - odtaljevanje je finokapljičasto z malo kratkih stikov (glej tabelo 1). Glede kvalitete vara je dvojno oplaščena elektroda "EVB S" tipična bazično oplaščena elektroda (glej tabelo 2).

Tabela 1: Odtaljevanje na osnovi statistične analize varilne napetosti

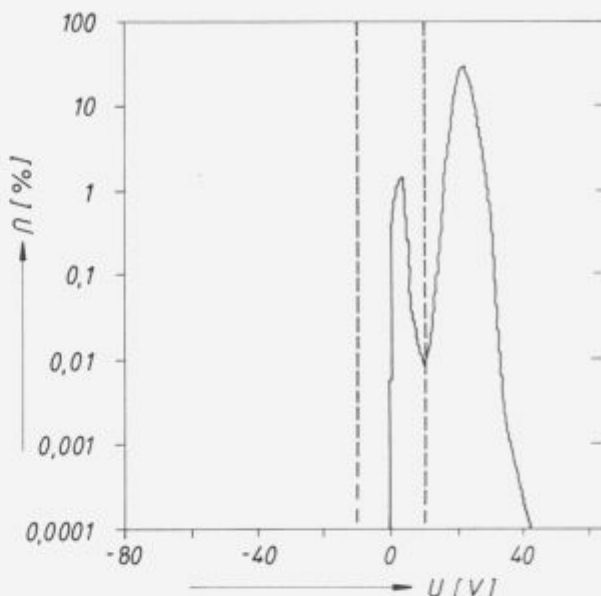
Elektroda	Finkord	EVB 50	EVB S
delež kratkih stikov(%)	1,3	3,2	1,2
delež varjenja(%)	98,6	96,7	98,7
delež vžiganja obloka(%)	<0,1	<0,1	<0,1

Tabela 2: Mehanske lastnosti čistega vara (Katalog dodatnih materialov SŽ - Železarnje Jesenice, FI PROM - Elektrode)

Elektroda	Meja razt. (N/mm ²)	Trdnost (N/mm ²)	Raztezek (%)	Žilavost (J)		
				0°C	-20°C	-40°C
Finkord	≥ 360	510-610	> 22	> 47		
EVB 50	> 440	510-610	> 24	> 47		
EVB S	> 430	510-590	> 24	> 47		

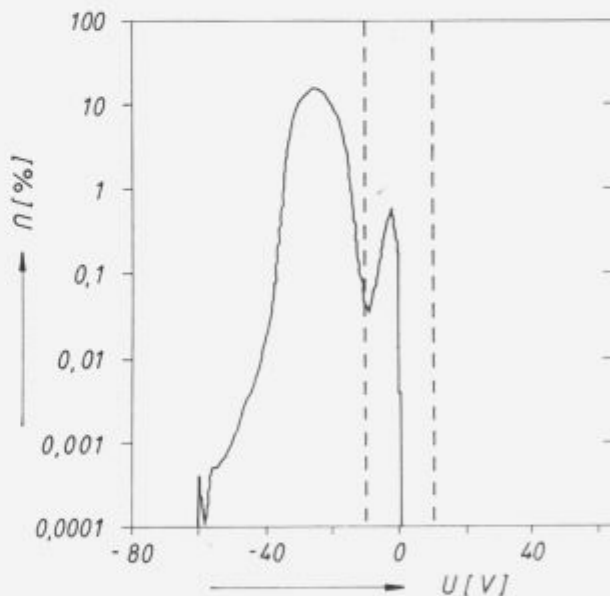
2.2 Vpliv Na - in K - sintetičnih repromaterialov v elektrodni oblogi

Med najpomembnejše naloge elektrodne obloge spada poleg zaščite vara pred oksidacijo tudi ionizacija obločne atmosfere, ki mora zagotoviti stabilen oblok med varjenjem. Na stabilnost varjenja vpliva prisotnost alkalij v obločni atmosferi, ki je običajno



Slika 1: Diagram porazdelitve gostote verjetnosti za varilne napetosti pri varjenju z rutilno oplaščeno elektrodo "Finkord", Ø 3,25 mm (I = 124 A, U = 24 V)

Figure 1: Diagram of probability density of the welding voltage for welding with rutile - coated electrode "Finkord", Ø 3,25 mm (I = 124 A, U = 24 V)

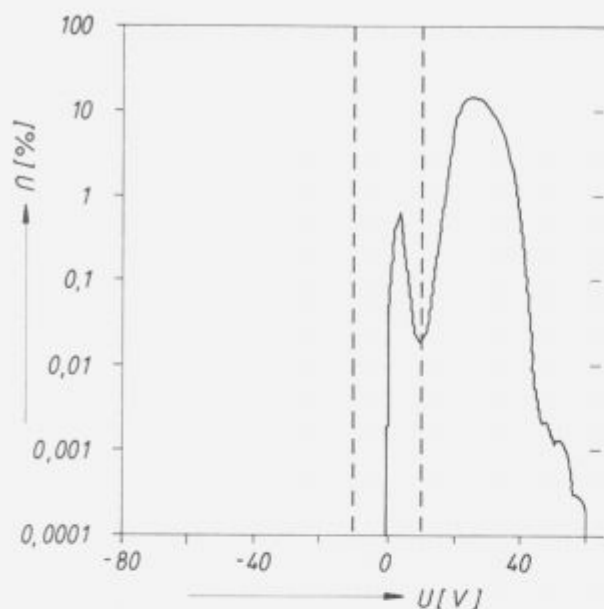


Slika 2: Diagram porazdelitve gostote verjetnosti za varilne napetosti pri varjenju z bazično oplaščeno elektrodo "EVB 50", Ø 4 mm (I = 153 A, U = 21 V)

Figure 2: Diagram of probability density of the welding voltage for welding with basic - coated electrode "EVB 50", Ø 4mm (I = 153 A, U = 21 V)

posledica uporabe Na - in K - vodnega stekla kot veziva pri izdelavi oplaščenih elektrod. Potrebne alkalije za ionizacijo in izboljšanje stabilnosti varjenja pa lahko dovedemo v elektrodno oblogo tudi s sintetičnimi repromateriali, ki vsebujejo alkalijske okside⁽⁸⁾.

Na osnovi Na - in K - sintetičnih repromaterialov smo pripravili nove tipe bazično oplaščenih elektrod ter njihove varil-



Slika 3: Diagram porazdelitve gostote verjetnosti za varilne napetosti pri varjenju z dvojno oplaščeno elektrodo "EVB S", Ø 4 mm (I = 145 A, U = 27 V)

Figure 3: Diagram of probability density of the welding voltage for welding with double-coated electrode "EVB S", Ø 4mm (I = 145 A, U = 27 V)

no tehnične lastnosti primerjali z najbolj priznanimi bazično oplaščenimi (EVB 50 - Žel. Jesenice) in dvojno oplaščenimi (EVB S - Žel. Jesenice; SPECIAL - Oerlikon) elektrodami. Rezultati meritev so podani v tabeli 3.

Tabela 3: Varilnotehnične lastnosti izbranih elektrod pri varjenju z enosmernim tokom (nastavitve parametrov je konstantna)

Elektroda	I (A)	U (V)	η (%)	v_T (g/s)	C_T (g/Ah)	C_E (Wh/g)	P_{β} (g _o /g)
plus pol							
EB 50 NaV	160	24	110	0,42	9,1	2,9	0,31
Eb 50 KV	165	25	111	0,48	9,0	2,8	0,29
EVB 50	165	24	115	0,43	9,4	2,6	0,28
EVB S	160	30	103	0,42	9,4	3,2	0,34
SPECIAL	160	31	102	0,43	9,9	3,1	0,38
minus pol							
EB 50 NaV	165	24	116	0,49	10,7	2,3	0,30
EB 50 KV	165	23	116	0,49	10,6	2,2	0,28
EVB 50	165	23	118	0,44	9,7	2,4	0,27
EVB S	160	25	105	0,37	8,5	3,0	0,34
SPECIAL	160	27	103	0,36	8,0	3,4	0,38

Legenda oznak:

η - izkoristek (%)

v_T - produktivnost (g/s)

C_T - talilna konstanta (g/Ah)

C_E - poraba energije (Wh/g)

P_{β} - pokrievanje vara z žilindro (g_o/g)

V elektrodni oblogi novih bazično oplaščenih elektrod (EB 50 NaV in EB 50 KV) mora ostati še dovolj karbonatov (vsaj 20 % kalcita), da bo plinska zaščita vara, ki preprečuje poroznost na začetku in zaključku zvara, zadostna. Že 10 do 15 %-ni dodatek Na ali K - sintetičnega volastonita v elektrodni oblogi pa znatno izboljša ionizacijo obloka in stabilnost varjenja bazično oplaščenih elektrod. Elektrodi EB 50 NaV in EB 50 KV zelo dobro varita na izmenični in enosmerni tok "minus pol" (tabela 3; najvišja produktivnost - 0,49 g/s, najvišja talilna konstanta - 10,7 g/Ah in najnižja poraba energije - 2,2 Wh/g).

3.0 Zaključek

Z razvojem novih vrst oplaščenih elektrod želimo združiti dobre lastnosti bazičnega in rutilnega oplaščenja.

Dvojno rutilno - bazično oplaščenje zagotovi elektrodi EVB S zelo stabilen oblok. Varilno tehnično je elektroda EVB S podobna rutilni elektrodi "Finkord", glede kvalitete vara pa je tipična bazično oplaščena elektroda (garantirana žilavost vara pri 20°C je > 47 J).

Zelo ugoden vpliv na varilno tehnične lastnosti bazično oplaščenih elektrod dosežemo tudi z uporabo novih Na - in K - sintetičnih repromaterialov pri pripravi mineralnega dela oplaščenja. Že 10 do 15 %-ni dodatek Na - ali K - sintetičnega volastonita v elektrodni oblogi močno izboljša ionizacijo obloka in stabilnost varjenja bazično oplaščenima elektrodama EB 50 NaV in EB 50 KV, ki zato zelo dobro varita na izmenični in enosmerni tok - "minus pol".

Literatura

- R. Kejžar, V. Kralj, D. Rehfeldt: Analiza obloka z analizatorjem Hannover AH-7, Poročilo ZRMK, Ljubljana, 1991, 38 str.
- Koch: Handbuch der Schweisstechnologie Lichtbogenschweissen, DVS - GMBH, Düsseldorf, 1961
- R. Kejžar, A. Zajc, U. Kejžar, B. Kejžar, M. Hrženjak: Vpliv vlage in sestave elektrodne obloge na stabilnost varjenja (izpopolnjevanje dodatnih materialov za varjenje), Kovine zlitine tehnologije, 27, 1993, 3, 269-270
- Becken: Werkstoffübergang bei Schweißelektroden, Schweißen und Schneiden, 22, 1970, 11, 478-479
- I. K. Pohodnja, G. G. Korickij: Vpljanje toščiny pokrytja na harakteristiki perenosa elektrodnoogo metallu, Svaročnoe proizvodstvo, 1970, 8, 32-33
- R. Kejžar: Vzpostavlanje navideznega ravnotežja med žilindro in kovino pri dezoksidaciji jekla in varjenju, Železarski zbornik, 8, 1974, 4, 193-201
- R. Kejžar: Vpliv dezoksidantov na vsebnost kisika v čistem varu in izkoristek Cr iz plašča pri elektroobločnem varjenju, Železarski zbornik, 9, 1975, 1, 19-27
- R. Kejžar: Prednosti uporabe novih sintetičnih repromaterialov pri izdelavi dodatnih materialov za varjenje, Kovine zlitine tehnologije, 27, 1993, 1-2, 213-216