

Razširjene perspektive navarjanja močno legiranih nanosov

Even Better Prospects for Surfacing of High-alloyed Deposits

Kejžar R.¹, ZRMK Ljubljana

Navarjanje močno legiranih nanosov na nelegirana in malolegirana konstrukcijska jekla je zelo perspektivno, če navarjamo z legiranimi debelo oplasčenimi visokoproduktivnimi elektrodami ali pod legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški. Posebno rezultati navarjanja pod legiranimi praški z večžično elektordo so zelo vzpodbudni. Zelo enostavno dosežemo nizek delež osnovnega materiala v navaru (% uvara) in zelo visok izkoristek varjenja, kar je pogoj za učinkovito legiranje vara preko varilnega praška. Oboje ugodno vpliva na doseganje močno legiranih nanosov, že z enoslojnim navarjanjem na konstrukcijsko jeklo. Tudi v primerih navarjanja močno legiranih nanosov na konstrukcijska jekla s tamponskimi sloji je navarjanje z legiranimi debelo oplasčenimi visoko produktivnimi elektrodami in pod legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški zanimivo. Tamponski navari kompenzirajo razlike glede fizikalnih lastnosti med osnovnim konstrukcijskim jeklom in močno legiranim navarom. Pri navarjanju posebnih zlitin z zahtevano nizko vsebnostjo železa (Ni-zlitine z max. 5 % Fe) zadostuje že dvoslojno oz. največ troslojno navarjanje z legiranimi visoko produktivnimi elektrodami ali pod legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški z večžično Ni-elektrodo, da bo navarjena plast na konstrukcijskem jeklu ustrezala zahtevani kвалiteti.

Ključne besede: legirani aglomerirani praški, debelo oplasčene visokoproduktivne elektrode, navarjanje pod praškom, navarjanje z oplasčenimi elektrodami, navarjanje z večžično elektordo, tamponski navari, navarjanje Ni-zlitin na konstrukcijsko jeklo

Surfacing of high-alloyed deposits on unalloyed and low-alloyed structural steels has very good prospects if surfacing is carried out with alloyed thick-coated high-efficiency electrodes or under alloyed agglomerated welding fluxes. Results of submerged arc surfacing with alloyed fluxes and multiple-wire electrode are specially promising. It is very simple to gain a low portion of the parent metal in the surfacing (% of penetration) and a very high welding efficiency which is a prerequisite for efficient alloying of the weld metal by means of the welding flux. Both of them have a beneficial influence on achieving high-alloyed deposits on a structural steel even in the case of one-layer surfacing. Also in the case of surfacing high-alloyed deposits on structural steels with buffers, surfacing with alloyed thick-coated high-efficiency electrodes and under alloyed agglomerated welding fluxes is interesting. The buffers compensate for variations in physical properties of the basic structural steel and those of the high-alloyed deposit. In surfacing of special alloys, where low content of iron (Ni alloys with max. 5 % Fe) is required, it is enough to carry out two-layer or at most three-layer surfacing with alloyed high-efficiency electrodes or under alloyed agglomerated welding fluxes with multiple-wire Ni electrode to make the surfaced layer on the structural steel meet the quality required.

Key words: alloyed agglomerated fluxes, thick-coated high-efficiency electrodes, submerged arc surfacing with coated electrodes, multiple-wire electrode surfacing, buffer surfacings, surfacing of Ni alloys on structural steel

1.0 Uvod

Navarjanje pod močno legiranimi aglomeriranimi praški in z debelo oplasčenimi legiranimi elektrodami omogoča enoslojno in visokoproduktivno nanašanje močno legiranih abrazijsko in korozijsko odpornih jekel in zlitin na nelegirana in malo legirana

konstrukcijska jekla. Za uspešno navarjanje je pomembno, da je razredčenje navara zaradi taljenja osnovnega materiala čim manjše⁽¹⁻³⁾.

Taljenje osnovnega materiala, ki je posebno izrazito pri navarjanju z enojno elektrodo pod praškom, zelo učinkovito zmanjšamo z uvajanjem kovin in njihovih zlitin v oblok in varilno kopel preko aglomeriranega varilnega praška ali elektrodne obloge^(4,7).

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

2.0 Dodajni materiali za navarjanje močno legiranih nanosov

2.1 Debelo oplasčene elektrode

Debelo oplasčene močno legirane in visoko produktivne elektrode so zanimive predvsem za navarjanje. Kovine in kovinske zlitine, ki so v elektrodni oblogi, pomembno vplivajo na varilno-tehnične karakteristike navarjanja, kar je prikazano v tabeli 1. Iz tabele 2 pa je razvidno, da kovine v elektrodni oblogi močno blažijo intenzivnost obloka - taljenje osnovnega materiala oz. razredčenje navara⁽¹³⁾.

Tabela 1: Varilno-tehnične karakteristike navarjanja z izbranimi elektrodami

Elektroda	I (A)	U (V)	η (%)	v_f (g/s)	C_T (g/Ab)	C_E (Wh/g)
INOX RM; \varnothing 3,25 mm (razvoj ZRMK)	140	27	144	0,30	9,3	2,9
Abradur 64; \varnothing 3,25 mm (Žel.Jesenice)	130	25	190	0,26	7,1	3,5
Abradur 66; \varnothing 3,25 mm (Žel.Jesenice)	130	28	219	0,32	8,8	3,2
Fax SACA; \varnothing 6 mm (Böhler)	250	30	181	1,06	13,7	2,3

Tabela 2: Vpliv taljenja osnovnega materiala (% uvara) na sestavo enoslojnih navarov pri navarjanju konstrukcijskega jekla (0,17 % C; 0,24 % Si in 0,65 % Mn)

Elektroda	T_p (°C)	uvar (%)	C (%)	Cr (%)	Nb (%)	Mo (%)	Co (%)	Al (%)	W (%)	Ni (%)
INOX RM; \varnothing 3,25	20	27	0,10	13,8						
	500	35	0,11	12,3						
Abradur 64; \varnothing 3,25	20	18	5,7	19,7	5,7					
	500	22	5,5	18,7	5,5					
Abradur 66; \varnothing 3,25	20	16	5,0	18,5	5,0	5,0			1,7	
	500	20	4,8	17,6	4,8	4,8			1,6	
Fox SACA; \varnothing 6	20	18	0,13	14,8	-	8,6	6,7	1,0	2,0	41,9
	500	22	0,15	13,7	-	6,5	5,8	0,9	1,9	40,8

Oplasčene elektrode Fox SACA so bistveno debelejše od INOX in Abradur elektrod, zato z njimi varimo z znatno višjo jakostjo varilnega toka, kar povzroči tudi znatno višjo produktivnost navarjanja (v_f). Izkoristek varjenja (h) pa je podobno kot talilna konstanta (C_T) in poraba energije (C_E) neodvisen od dimenzije elektrode. Odvisen je samo od faktorja oplasčenja ($f_{opt} = D/d$) ter vsebnosti kovin in kovinskih zlitin v elektrodni oblogi. Izkoristek varjenja (glej tabelo 1) zelo pomembno vpliva na sestavo navara (tabela 2). Na sestavo enoslojnih navarov pa odločujoče vpliva tudi taljenje osnovnega materiala (% uvara), ki je odvisno od intenzivnosti obloka in temperature predgrevanja osnove (T_p ; glej tabelo 2).

2.2 Legirani aglomerirani praški

Pri navarjanju z debelo oplasčenimi močno legiranimi elektrodami je sestava čistega vara odvisna le od debeline ($f_{opt} = D/d$), sestave elektrodne obloge (vsebnosti kovin) in elektrodne žice. Pri navarjanju pod legiranimi aglomeriranimi praški imajo varilni parametri odločujoč vpliv tudi na sestavo čistega vara. Intenzivnost taljenja legiranega aglomeriranega praška je močno odvisna od razmerja med varilno napetostjo in jakostjo varilne-

ga toka - z zviševanjem varilne napetosti se intenzivnost taljenja varilnega praška povečuje. Razmerje med odtaljeno varilno žico in kovinami, ki pridejo v navar iz legiranega varilnega praška, določa sestavo čistega vara^(13,9).

Iz tabel 3 in 4 je razvidno, da s pravilno izbiro varilne žice in legiranega aglomeriranega praška ter varilnih parametrov glede na temperaturo predgrevanja osnovnega materiala, lahko dobimo željeno kvaliteto enoslojno navarjenega močno legiranega nanosa na izbranem konstrukcijskem jeklu. Vidimo, kako pomembno je, da se pri navarjanju pod legiranimi aglomeriranimi praški strogo držimo predpisane tehnologije navarjanja^(14,7,9).

Tabela 3: Varilno-tehnične karakteristike navarjanja pod izbranimi legiranimi aglomeriranimi praški

Varilni prašek	Varilna žica	I (A)	U (V)	η (%)	V_T (g/s)	C_T (g/Ab)	C_E (Wh/g)
0-7 SM	EPP 2, \varnothing 3	450	40	125	2,3	18,4	2,17
	EPP 2, \varnothing 3	700	45	120	3,1	16,0	2,81
	EPP 2, \varnothing 3	700	35	111	3,4	17,3	2,02
	EPP 2, \varnothing 3	1000	35	105	4,6	16,6	2,10
BM - 2	EPP 2, \varnothing 3	450	40	191	3,5	28,0	1,43
	EPP 2, \varnothing 3	700	45	179	4,8	24,7	1,83
	EPP 2, \varnothing 3	700	35	154	4,5	23,1	1,52
	EPP 2, \varnothing 3	1000	35	115	5,9	21,1	1,66
BM - 2	BRM 2, \varnothing 3	450	40	180	3,7	29,6	1,35

Tabela 4: Vpliv taljenja osnovnega materiala (% uvara) na sestavo enoslojnih navarov pri navarjanju konstrukcijskega jekla (0,17 % C; 0,24 % Si in 0,65 % Mn); I = 450 A, U = 40 V

Varilni prašek	Varilna žica	T_p (°C)	uvar (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	V (%)	Mo (%)	W (%)
0-7 SM	EPP 2, \varnothing 3	20	46	0,11	0,27	0,84	5,34	-	0,30	-
		500	60	0,13	0,26	0,79	3,96	-	0,22	-
BM-2	EPP 2, \varnothing 3	20	42	0,86	0,22	0,34	5,47	2,60	6,16	6,73
		500	55	0,70	0,23	0,41	4,24	2,02	4,78	5,22
BM-2	BRM 2, \varnothing 3	20	38	1,28	0,21	0,27	7,03	2,84	7,03	8,10
		500	50	1,06	0,22	0,34	5,67	2,29	5,67	6,53

Navarjanje z legiranimi žicami daje boljše rezultate glede legiranja (tabela 4) in kvalitete (navari nimajo kovinskih vključkov W, Mo ali FeW^(10,11)) kot tudi glede produktivnosti " v_f " (tabela 3). Še boljše rezultate (glej tabelo 5) dobimo pri navarjanju z večkratno elektrodno^(12,15).

Tabela 5: Kemična sestava enoslojnih navarov pri navarjanju konstrukcijskega jekla (0,17 % C; 0,24 % Si in 0,65 % Mn) z večkratno elektrodno (\varnothing 1,2 mm) pod legiranim aglomeriranim praškom "BM 2"

Varilna žica	Št. žic	I/žico (A)	U (V)	η (%)	T_p (°C)	uvar (%)	C (%)	Cr (%)	V (%)	Mo (%)	W (%)
VAC 60	4	190	35	157	20	32	0,82	5,36	2,56	6,21	6,93
	3	150	37	193	20	27	0,94	5,99	2,62	7,11	8,05
	3	140	40	210	20	20	1,15	7,65	3,66	8,55	9,35
VAC 60	4	190	35	160	500	43	0,72	4,49	2,14	5,20	5,81
	3	150	37	195	500	35	0,85	5,34	2,33	6,33	7,17
	3	140	40	210	500	26	1,08	7,07	3,39	7,91	8,65

Z legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški je priporočljivo navarjati z nizko jakostjo varilnega toka, kar zagotavlja minimalno taljenje osnove in minimalno odgorevanje legiranih elementov. Taka nastavitve varilnih parametrov (nizka jakost toka

na žico pri razmeroma visoki varilni napetosti) je značilna za varjenje pod praškom z večžično elektrodo, zato je omenjeni postopek v kombinaciji z močno legiranimi aglomeriranimi praški zelo primeren za enoslojno plativanje konstrukcijskih jekel z močno legiranimi prevlekami.

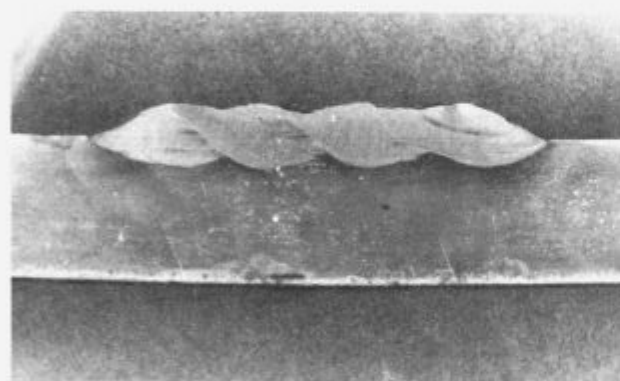
3.0 Navarjanje močno legiranih nanosov

Pri navarjanju močno legiranih nanosov na nelegirana ali malolegirana konstrukcijska in cenena orodna jekla pogosto pride do neskladnosti navara z osnovo. Razlike v fizikalnih lastnostih (npr.: razteznostni koeficient, toplotna prevodnost, ...) so še posebno izrazite, če močno legirane navare navarjamo enoslojno. Pri navarjanju trdih martenzitnih obrabno odpornih nanosov zaradi nastalih napetosti na stiku med navarom in osnovo obstaja velika nevarnost, da se navarjeni nanos odluči. Opisani problem lahko odpravimo z navarjanjem vmesnih - tamponskih slojev.

3.1 Navarjanje s tamponskimi sloji

Tamponski sloji, ki kompenzirajo napetosti med navarom in osnovo, so najpogosteje feritno austenitne ali austenitne strukture. Za navarjanje tamponskih slojev običajno uporabljamo oplašeni elektrodi INOX B 18/8/6 in INOX B 25/4, lahko pa tudi elektrodo INOX RM. Pri plativanju večjih ploskev, bi bilo najprimernejše navarjati pod praškom "0-7 SM".

Pri navarjanju z oplaščenimi elektrodami in pod praškom z enojno elektrodo moramo upoštevati prekrivanje varkov (slika 1). Drugi varek je znatno bolj legiran kot prvi, po četrtem pa postanejo razlike med varki vse bolj zabrisane - nepomembne (glej tabelo 6).



Slika 1: Enoslojni navar z elektrodo INOX RM, Ø 3,25 mm na predgretim konstrukcijskem jeklu

Figure 1: One-layer surfacing made with electrode INOX RM, Ø 3,25 mm on a preheated structural steel



Slika 2: Shema navarjanja ploskev (Primer: Navarjanje 1. in 2. sloja - tamponskih in obrabno odpornih navarov - z elektrodami)

Figure 2: Plane of plane surfacing (Illustration: Surfacing of the first and the second layer - buffer and hard wear - resistant deposits - with electrodes)

Običajno prekrivanje varkov pri navarjanju ploskev je 50 %-no (glej sliko 2).

Efekt prekrivanja varkov se izraža v zmanjšanju uvarjanja v osnovni material, kar je za navarjanje močno legiranih nanosov na konstrukcijsko jeklo zelo ugodno (glej tabelo 6).

Tabela 6: Delež uvara in sestava varkov pri enoslojnem navarjanju z elektrodo INOX RM na predgretim konstrukcijsko jeklo

Varek-	prvi	-drugi	-tretji	-četrti	- "n"
% uvara	35	26	25	24	21
% C	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
% Cr	12,3	14,0	14,2	14,3	14,9

"n" limitira proti neskončnosti

Sestavo varkov računamo po enačbi:

$$\% Me_n = (1-K)\% Me_{en} + 0,4 \cdot K \cdot \% Me_{n-1} + 0,6 \cdot K \cdot \% Me_{om} \quad (1)$$

Legenda oznak:

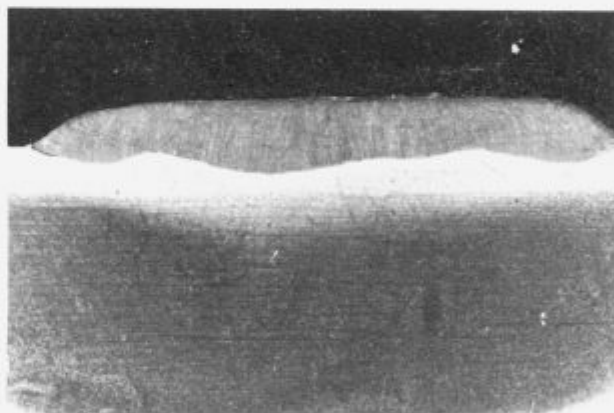
% Me_{en}, % Me_{om}, % Mn_n in % Me_{n-1} - procentni delež izbranega elementa v čistem varu, osnovnem materialu ter v varkih "n" in "n-1"

K - koeficient mešanja

n - varek (-prvi, -drugi, ...)

Opomba: Enačba 1 velja le pri 50 %-nem prekrivanju varkov (glej sliko 2).

Pri navarjanju pod praškom z večžično elektrodo je vpliv prekrivanja varkov na sestavo navarov in uvarjanje v osnovo neizrazit - nepomemben (glej sliko 3 in 4).



Slika 3: Enoslojni navar z večžično elektrodo (Ø 1,2 mm) pod praškom BM-2 na predgretim konstrukcijskem jeklu

Figure 3: One - layer submerged-arc surfacing made with multiple-wire electrode (Ø 1,2 mm) and flux BM-2 on a preheated structural steel



Slika 4: Shema navarjanja ploskev (Primer: navarjanje 1. in 2. sloja - tamponskih in obrabno odpornih navarov - z večžično elektrodo pod legiranimi aglomeriranimi praški)

Figure 4: Plane of plane surfacing (Illustration: Submerged - arc surfacing of the first and the second layer - buffer and hard wear - resistant deposits - with multiple - wire electrode and alloyed agglomerated fluxes)

Efekti prekrivanja varkov, ki je pri navarjanju z večžično elektrodo pod praškom neznamen, je prikazan v **tabeli 7**.

Tabela 7: Delež uvar in sestava varkov pri enoslojnim navarjanju z večžično elektrodo EPP 2, Ø 3 mm pod praškom 0-7 SM na predgreto konstrukcijsko jeklo

Varek	uvar (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)
prvi	31	0,09	0,28	0,89	6,90	0,41
drugi	29	0,09	0,28	0,90	7,10	0,42
"n"	28	0,09	0,28	0,90	7,20	0,43

"n" limitira proti neskončnosti

Enačba za računanje sestave varkov je podobna enačbi 1:

$$\% Me_n = (1-K) \% Me_{n-1} + 0,1 \cdot K \cdot \% Me_{n-1} + 0,9 \cdot K \cdot \% Me_{OM} \quad (2)$$

Že z enoslojnim navarjanjem na tamponski navar z debelo oplasčenimi močno legiranimi elektrodami in pod močno legiranimi praški dobimo močno legirane obrabno odporne navare, čeprav navarjamo na predgret osnovni material (**tabela 8**).

Tabela 8: Sestava obrabno odpornih navarov ($T_p = 500^\circ\text{C}$)

- 1) z elektrodo Abradur 66, Ø 3,25 mm na tamponskem navaru INOX RM (glej **tabela 6** in **slika 2**; I= 130 A, U = 28 V)
- 2) z večžično elektrodo VAC 60 Ø 1,2 mm pod praškom BM-2 na tamp. navaru 0-7 SM (glej **tabela 7** in **slika 4**; I=140 A/žico, U=40 V)

Obrabno odporni navari		C (%)	Cr (%)	V (%)	Nb (%)	Mo (%)	W (%)
1) -prvi/tamp.navaru	II.	4,8	20,4	0,80	4,8	4,8	1,6
-drugi/ "	III.	5,2	20,9	0,86	5,2	5,2	1,7
n / "	n	5,3	21,1	0,88	5,3	5,3	1,8
2) -prvi/tamp.navaru	II.	1,06	8,9	3,39	-	8,0	8,6
-drugi/ "	III.	1,08	9,0	3,48	-	8,2	8,9
n / "	n	1,10	9,0	3,53	-	8,3	9,0

Pri navarjanju na tamponski navar moramo upoštevati, da legirni elementi v tamponskem navaru zvišajo tudi vsebnost teh elementov in v obrabno odpornem navaru (Npr.: Vsebnost Cr; primerjaj rezultate iz **tabele 8** z rezultati v **tabeli 2** in **5**).

3.2 Navarjanje posebnih Ni-zlitin

Tudi pri plativanju konstrukcijskih jekel s posebnimi Ni-zlitinami, ki smejo vsebovati le omejeno količino Fe (max. 5%), se poslužujemo navarjanja vmesnih slojev. Ti izboljšajo ekonomiko plativanja z navarjanjem^(4,14).

Tabela 9: Sestava 1. sloja (vmesna plast niklja; navarjeno po TIG post.) in 2. sloja (posebna Ni-zlitina; navarjeno z elektrodami Fox SACA)

Navar	Varek	C (%)	Cr (%)	Mo (%)	Co (%)	Al (%)	Ti (%)	W (%)	Ni (%)	Fe (%)
1. sloj; Ni TIG(20% var)	-prvi	0,07							80	20
	-drugi	0,06							86	14
	n	0,05							88	12
2. sloj; Ni-zlitina RO(22% uvar)	-prvi	0,11	14,8	8,6	7,0	1,2	1,6	2,0	59	5,2
	-drugi	0,11	16,1	9,3	7,6	1,3	1,7	2,1	58	3,1
	n	0,11	16,5	9,6	7,8	1,3	1,7	2,2	57	2,4

Opomba: Prekrivanje navarov je 50 %-no. Shema dvoslojnega navarjanja, ki ustreza podanemu navarjanju posebne Ni-zlitine na konstrukcijsko jeklo, je prikazana na **sliki 2**.

Namesto dvo- ali trislojnega navarjanja drage Ni-zlitine z legiranimi oplasčenimi elektrodami ali z večžično Ni-elektrodo pod legiranimi aglomeriranimi praški, je bolj ekonomično, da na konstrukcijsko jeklo navarimo najprej znatno cenejši sloj niklja ter šele na vmesni nikljev sloj drago posebno Ni-zlitino. Sestava vmesne plasti niklja (1. sloj) in posebne Ni-zlitine (2. sloj) je podana v **tabeli 9**.

4.0 Zaključek

Debelo oplasčene močno legirane elektrode in močno legirani aglomerirani praški omogočajo enoslojno navarjanje močno legiranih nanosov na konstrukcijsko jeklo. Posebno rezultati navarjanja z večžično elektrodo pod legiranimi aglomeriranimi praški so zelo vzpodbudni.

Pri navarjanju trdih martenzitnih obrabno odpornih nanosov je velika nevarnost, da na stiku med navarom in osnovo nastanejo napetosti, ki lahko povzročijo odlusčenje navarjene plasti. Ta problem odpravimo z navarjanjem vmesnih - tamponskih slojev.

Tudi pri plativanju konstrukcijskih jekel s posebnimi Ni-zlitinami, ki smejo vsebovati le omejeno količino železa (max. 5 % Fe), se poslužujemo navarjanja vmesnih slojev. Ti izboljšajo ekonomiko plativanja z navarjanjem.

Pri navarjanju na vmesne sloje moramo upoštevati, da legirni elementi v vmesnem sloju zvišajo vsebnost teh elementov tudi v vrhnjem nanosu obrabno odpornega jekla ali posebne Ni-zlitine.

Literatura

- 1 R. Kejžar: One-Layer Submerged Arc Surfacing of High-Alloyed Claddings with Single and Multiple Electrodes and with Alloyed Agglomerated Powders, *Proceedings of the International Conference on the Joining of Materials, JOM*, 6, 1993, 455-463
- 2 A. Diebold: Verschleiss - und Korrosionsminderung, *Schweisstechnik*, 32, 1978, 7, 129-133
- 3 R. Kejžar: Plativanje konstrukcijskih jekel z navarjanjem, *Kovine zlitine tehnologije*, 28, 1-2, 1994, 95-100
- 4 R. Kejžar: Navarjanje močno legiranih nanosov na konstrukcijska jekla, *Varilna tehnika*, 41, 1992, 4, 96-101
- 5 R. Kejžar: Legirani aglomerirani praški za posebna navarjanja, *Rudarsko-metalurški zbornik*, 38, 1991, 2, 275-290
- 6 R. Kejžar: New Perspectives of Cladding by Submerged Arc Building - up, *Proceedings of International Conference on Welding Technology in Developing Countries - Present Status and Future Needs*, Roorkee, 1988
- 7 R. Kejžar: Alloying Processes in Submerged Arc Surfacing with Alloyed Agglomerated Fluxes, *IIW Doc.* 212-844-93
- 8 R. Kejžar: Produktivno navarjanje obrabno odpornih prevlek, *Gradbeni vestnik*, 43, 1994, 6-8, 181-185
- 9 R. Kejžar, M. Hrženjak, V. Kralj, L. Kosec, J. Žlof: Navarjanje pod legiranim aglomeriranim praškom, *Kovine zlitine tehnologije*, 27, 1993, 3, 271-272
- 10 R. Kejžar: Hardfacing by Submerged Arc Welding, *Proceedings of the 2nd International Conference on Tooling, Neue Werkstoffe und Verfahren für Werkzeuge*, Bochum 1989, 301-314
- 11 R. Kejžar: Applicability of Building - up Processes to Manufacture and Restoration of Tools, *Proceedings of the International Conference on the Joining of Materials, JOM*, 4, 1989, 26-36
- 12 V. Kralj, J. Tušek: Some Findings Characteristics about the Submerged Arc Welding with Parallel Wires, *IIW Doc.* 212-695-88
- 13 V. Kralj, J. Tušek: Current Distribution in Wires in Welding with Double - Wire Electrode, *IIW Doc.* 212-843-93
- 14 R. Kejžar: Refinement of Working Surfaces by Submerged Arc Hardfacing, *Proceeding of the International Conference on Joining of Materials, JOM*, 5, 1991, 117-126
- 15 R. Kejžar: Some Results Referring to Alloying of Submerged Arc Surfacing in Multiple Electrode Welding, *IIW Doc.* 212-813-92