

Uporabnost in način varjenja s specialno bazično oplašeno elektrodo B-KOR Tifon

Raziskovalni oddelek Železarne Jesenice je razvil novo visoko kvalitetno specialno bazično oplašeno elektrodo B-KOR Tifon, ki je namenjena za varjenje korenov in kotnih zvarov v smeri od zgoraj navzdol. Elektroda B-KOR Tifon lepo vari v smeri od zgoraj navzdol v vseh legah (ležeče in nadglavno), od navpične lege do lege mesta varjenja pod kotom 45° . Pri varjenju ležeče, če je mesto varjenja v vodoravni legi, je priporočljivo narediti le en sloj (koren), za nadglavno varjenje v vodoravni legi mesta varjenja pa je ta elektroda neprimerna (obešanje taline).

Elektroda B-KOR Tifon se uporablja običajno v kombinaciji z elektrodama EVB 50 in EVB 60 — koren ter po potrebi še dva do tri sloje zavarimo z elektrodo B-KOR Tifon v smeri od zgoraj navzdol, za tem pa zapolnimo »V« zvar z elektrodo EVB 50, oziroma EVB 60 v smeri od spodaj navzgor. Elektroda B-KOR Tifon služi predvsem kot pripomoček, ki poenostavi in poceni varjenje (enostavno, hitro in kvalitetno varjenje korenov in kotnih zvarov v smeri od zgoraj navzdol ter zelo ekonomično varjenje »V« zvarov — dobro pretaljenje korena že pri odprtini kota »V« zvara 50°).

Elektroda B-KOR Tifon je uporabna za varjenje drobnozrnatih in konstrukcijskih jekel, kotlarske in ladijske pločevine ter jeklene litine.

Vsebnost H_2 pod 5 ml/100 g zvara, kemična analiza in dobre mehanske vrednosti čistih varov elektrode B-KOR Tifon so poleg že omenjenih odlik, ki poenostavijo in pocenijo varjenje (enostavno, hitro, kvalitetno ter ekonomično varjenje), lastnosti, ki dajejo tej elektrodi zelo široke možnosti uporabe, industriji pa bolj ekonomičen in sodobnejši način varjenja.

UVOD

Raziskovalni oddelek Železarne Jesenice je na osnovi potreb in želja uporabnikov varilnih elektrod prevzel nalogo razviti bazično oplašeno elektrodo, ki bo specialno namenjena za varjenje korenov v smeri od zgoraj navzdol. Povpraševanje po taki domači bazično oplašeni elektrodi je bilo zelo veliko tudi zato, ker so takrat pri montažah že pričeli uporabljati nekatere tuje bazično oplašene elektrode za varjenje v smeri od zgoraj navzdol (Novocitobasica, Siderotermica

— Italija; LB 26 V, KOBÉ STEEL — Japonska) ter so bile prednosti uporabe omenjenih varilnih elektrod očitne.

Varjenje korenov v smeri od spodaj navzgor je zelo zahtevno delo, ki mu je kos le izurjen varilec. Pri takem načinu varjenja korenov je jakost toka nizka (na spodnji meji), zato je tudi varjenje počasno ter je težko doseči dobro pretaljenje korena — kot »V« zvara mora biti $60-70^\circ$. Tako varjeni korenski zvari so sorazmerno kratki, število spojev med zvari, ki so nevarna mesta za nastanek por, je zato veliko. Pri varjenju v smeri od spodaj navzgor si varilec z elektrodo delno zakriva mesto varjenja, to pa povečuje možnost nastanka varilnih napak v korenu.

Varjenje korenov v smeri od zgoraj navzdol je v primerjavi s prej opisanim varjenjem korenov od spodaj navzgor enostavno, hitro in kvalitetno. Ker je pri tem načinu varjenja korenov jakost toka visoka (na zgornji meji), je zato varjenje hitro ter je tudi pretaljenje korena sorazmerno lahko doseči. Tako varjeni korenski zvari so dolgi, število spojev med zvari pa majhno. Pri varjenju v smeri od zgoraj navzdol varilec lepo vidi mesto varjenja ter lahko napake med varjenjem odpravlja — verjetnost nastanka varilnih napak v korenu je pri tem načinu varjenja majhna.

Iz opisane primerjave med varjenjem v smeri od spodaj navzgor in varjenjem v smeri od zgoraj navzdol, je očitno, da je morala Železarna Jesenice svoj proizvodni program oplaščenih varilnih elektrod izpopolniti. To ji je uspelo z razvojem visokokvalitetne specialne bazične elektrode B-KOR Tifon.

I. VARJENJE Z ELEKTRODO B-KOR TIFON

1. Položaji varjenja z elektrodo B-KOR Tifon

Specialna bazično oplašena elektroda B-KOR Tifon je namenjena predvsem za varjenje korenov in kotnih zvarov v smeri od zgoraj navzdol. Njen izkoristek varjenja je ca. 100 %. Vrsta in jakost toka, s katerim moramo variti, pa je odvisna od dimenzije elektrod (glej tabelo št. 1).

Z dvema elektrodama EVB 50 $\varnothing 3,25$ mm zavarimo v smeri od spodaj navzdol pri jakosti toka ca. 120 A koren dolžine ca. 180 mm v ca. 180 s.

Tabela št. 1:

Ø elektrode mm	L elektrode mm	G elektr. gr	I (A)	Vrsta toka
3,25	350	30	140—150	izmenični in enosmerni tok (+ pol)
4	450	60	170—180	izmenični in enosmerni tok (+ pol)
5	450	95	220—230	izmenični tok
6	450	135	250—260	izmenični tok

Elektrodo B-KOR Tifon odlikujejo sledeče lastnosti:

Enostavno varjenje korenov — varjenje korenov v smeri od zgoraj navzdol je znatno enostavnejše od zelo zahtevnega varjenja korenov v smeri od spodaj navzgor

Velika hitrost varjenja — v smeri od zgoraj navzdol varimo s sorazmerno visoko jakostjo toka (glej tabelo št. 2)

Tabela št. 2:

Ø elektr. mm	I (A)	t varjenja 1 elektr. (s)	L zvara mm
3,25	140—150	40—50	ca. 200
4	170—180	65—75	ca. 350

Varjenje korenov z elektrodo B-KOR Tifon v smeri od zgoraj navzdol je torej približno 4 krat hitrejšo od varjenja korenov v smeri od spodaj navzgor z elektrodo EVB 50.

Kvalitetni korenski zvari — za varjenje korenov z elektrodo B-KOR Tifon v smeri od zgoraj navzdol je značilno dobro prevarjenje korenov in majhno število spojev med korenskimi zvari, ki so dolgi in gladki.

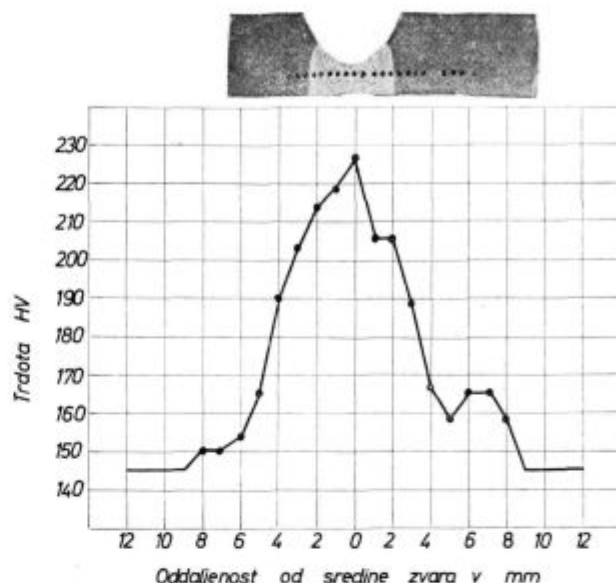
Ekonomičnost varjenja — z elektrodo B-KOR Tifon dosežemo dobro prevarjenje korena že pri odprtini kota »V« zvara 50°. S tem prihranimo na času in materialu; pri zmanjšanju kota »V« zvara od 60 na 50° za ca. 15 %, pri spremembi kota »V« zvara od 70 na 50° pa celo za ca. 32 %.

a) Varjenje v smeri od zgoraj navzdol — mesto varjenja je v navpični legi (→↓)

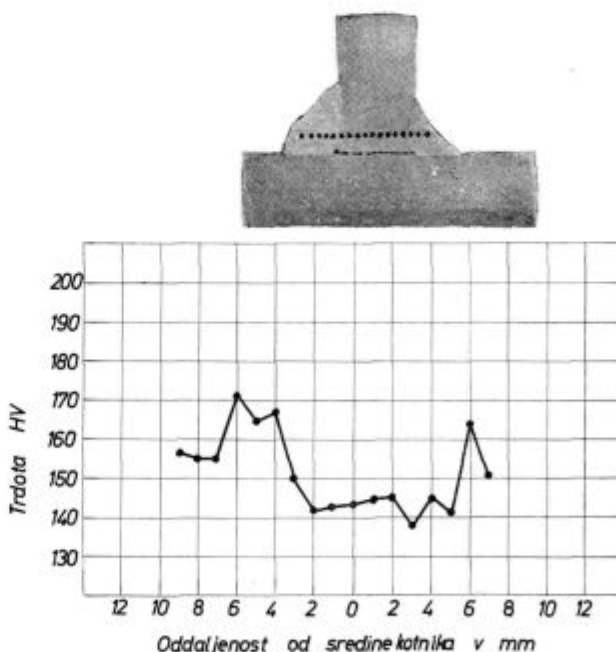
Pogoji varjenja so bili sledeči: »V« zvar in kotnik sta bila pripravljena iz pločevine jekla St 37, debeline 10 mm. Odprtina kota V zvara je bila 50°, širina špranje ca. 3 mm, robovi pa posneti

za ca. 2 mm. Varili smo z elektrodo B-KOR Tifon Ø 4 mm z izmeničnim tokom jakosti 170 A.

Videz in kvaliteta zvarov, zavarjenih v smeri od zgoraj navzdol, če je mesto varjenja v navpični legi, sta razvidna iz slik št. 1 in št. 2.



Slika 1
Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon Ø 4 mm, St 37 (10 mm), navpična lega, izmenični tok



Slika 2
Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon Ø 4 mm, St 37 (10 mm), navpična lega, izmenični tok

Korenski (sl. št. 1) in kotni zvari (sl. št. 2), zavarjeni v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z elektrodo B-KOR Tifon, so dolgi in gladki, žlindro zlahka odstranimo — sama odstopa od

zvara. Debelina korenskega zvara na najožjem mestu preseka je ca. 3 mm, višina kotnega zvara — en sloj (desna stran metalografskega obrusa na sliki št. 2) pa ca. 4 mm, tako da je ploščina preseka kotnega zvara (samo dodani material) ca. 0,165 cm². Globina zvara je ca. 1 mm, dolžina zvara, zavarjenega z eno elektrodo, pa ca. 350 mm.

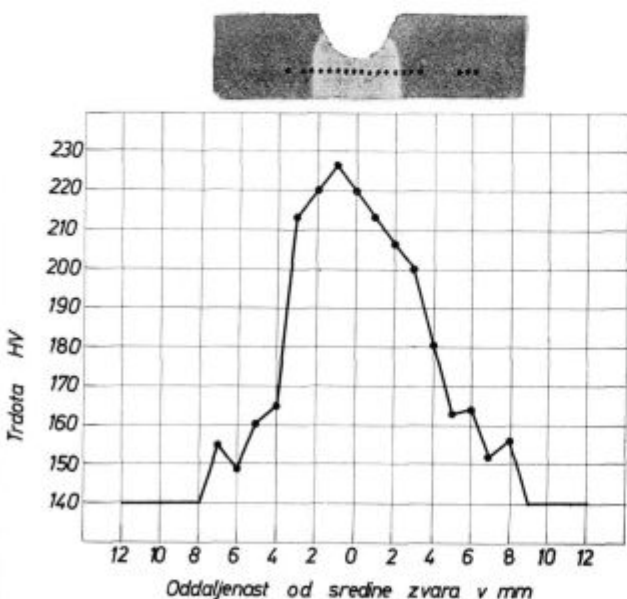
Iz metalografskih obrusov zvarov je razvidno, da je koren kljub odprtini kota »V« zvara 50° dobro prevarjen in da je uvar kljub varjenju v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol soliden. Diagrami mikrotrdot (merjene točke so na metalografskem obrusu in diagramu označene s točkami) pa kažejo, da je zvar nekoliko trši od osnovnega materiala (jeklo St 37) ter da je elektroda B-KOR Tifon primerna za varjenje te vrste jekel.

Levo stran kotnika (metalografski obrus na sliki št. 2) smo v navpični legi mesta varjenja zavarili v smeri od zgoraj navzdol dvoslojno — prvi sloj brez izrazitega nihanja, drugega pa z nihanjem.

b) Varjenje ležeče v smeri od zgoraj navzdol — mesto varjenja je pod kotom 45° ()

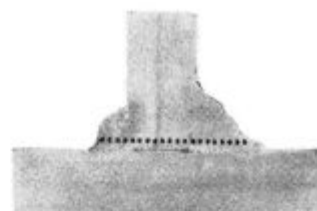
Ležeče pod kotom 45° smo v smeri od zgoraj navzdol varili pod popolnoma enakimi pogoji kot v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol (10 mm debela pločevina jekla St 37, kot »V« zvara 50°, širina špranje ca. 3 mm, robovi pa posneti za ca. 2 mm. Varjeno z B-KOR Tifon Ø 4 mm z izmeničnim tokom I = 170 A).

Videz in kvaliteta zvarov, zavarjenih ležeče v smeri od zgoraj navzdol, če je mesto varjenja pod kotom 45°, sta razvidna iz slik št. 3 in št. 4.



Slika 3

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon Ø 4 mm, St 37 (10 mm), ležeče (45°), izmenični tok



Slika 4

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon Ø 4 mm, St 37 (10 mm), ležeče (45°), izmenični tok

Korenski (sl. št. 3) in kotni zvari (sl. št. 4), varjeni ležeče v legi mesta varjenja pod kotom 45° v smeri od zgoraj navzdol, so nekoliko krajši in bolj grobi kot zvari, ki so varjeni v navpični legi tudi v smeri od zgoraj navzdol, vendar so še vedno lepi in žlindra tudi lepo odstopa od zvara. Debelina korenskega zvara na najožjem mestu preseka je ca. 5 mm, višina kotnega zvara — en sloj (leva stran metalografskega obrusa na sliki št. 4) pa tudi ca. 5 mm, tako da je ploščina preseka zvara ca. 0,255 cm². Globina uvara je ca. 1–2 mm, dolžina zvara, zavarjenega z eno elektrodo, pa ca. 220 mm.

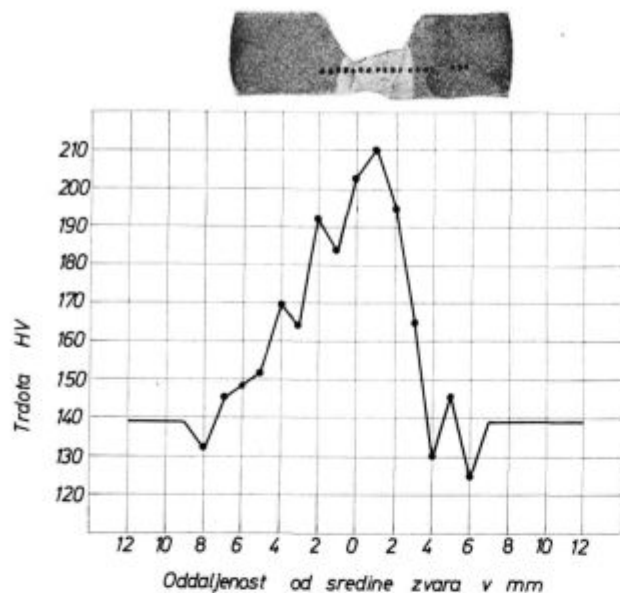
Desno stran kotnika (metalografski obrus na sliki št. 4) smo zavarili ležeče v legi mesta varjenja pod kotom 45° v smeri od zgoraj navzdol troslojno (vse sloje približno enako — brez izrazitega nihanja).

c) Varjenje nadglavno v smeri od zgoraj navzdol — mesto varjenja je pod kotom 45° ()

Varjenje nadglavno pod kotom 45° smo v smeri od zgoraj navzdol izvedli pod popolnoma enakimi pogoji kot varjenje v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol (10 mm debela pločevina jekla St 37, kot »V« zvara 50°, širina špranje ca. 3 mm, robovi pa posneti za ca. 2 mm. Varjeno z B-KOR Tifon Ø 4 mm z izmeničnim tokom I = 170 A).

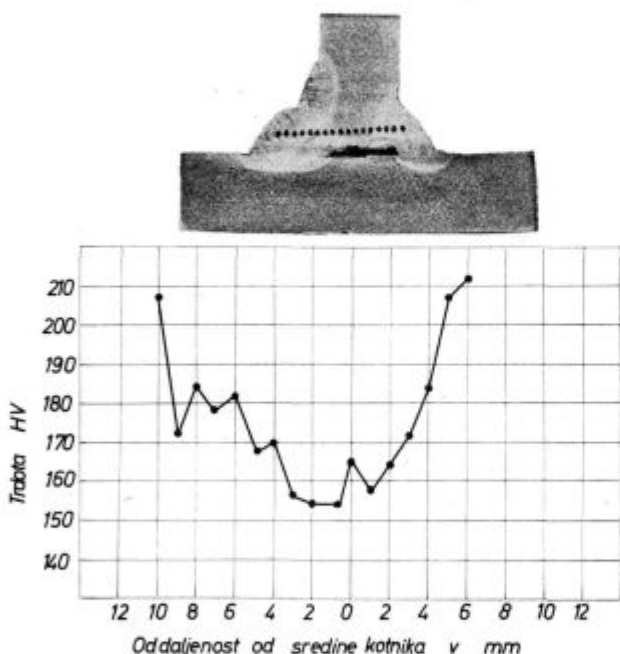
Videz in kvaliteta zvarov, zavarjenih nadglavno v smeri od zgoraj navzdol, če je mesto varjenja pod kotom 45°, sta razvidna iz slik št. 5 in št. 6.

Korenski (sl. št. 5) in kotni zvari (slika št. 6), varjeni nadglavno v legi mesta varjenja pod kotom 45° v smeri od zgoraj navzdol so slični



Slika 5

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 37 (10 mm), nadglavno (45°), izmenični tok



Slika 6

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 37 (10 mm), nadglavno (45°), izmenični tok

zvarom, ki so varjeni ležeče v legi mesta varjenja pod kot 45°, tudi v smeri od zgoraj navzdol. Debelina korenskega zvara na najožjem mestu preseka je ca. 4 mm, višina kotnega zvara — en sloj (desna stran metalografskega obrusa na sl. št. 6) pa ca. 4,5 mm, tako da je ploščina preseka zvara ca. 0,214 cm². Globina uvara je ca. 1–2 mm, dolžina zvara, zavarjenega z 1 elektrodo, pa ca. 260 mm.

Levo stran kotnika (metalografski obrus na sl. št. 6) smo zavarili nadglavno v legi mesta varjenja pod kotom 45° v smeri od zgoraj navzdol troslojno (vse sloje približno enako — brez izrazitega nihanja).

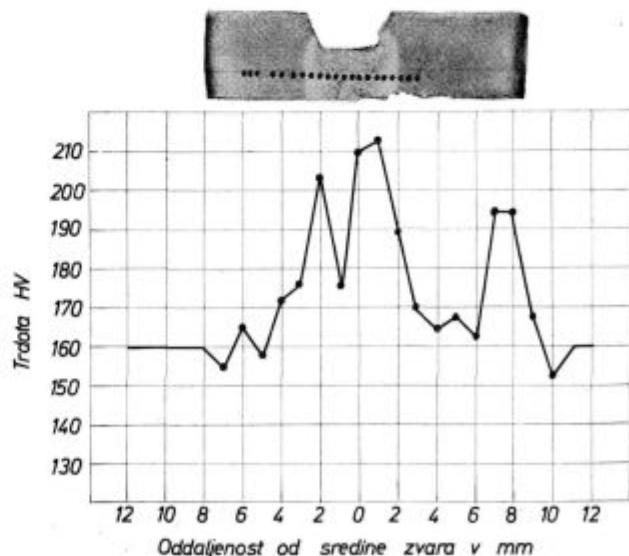
d.) Varjenje ležeče — mesto varjenja je v vodoravni legi (→)

Varjenje ležeče v vodoravni legi smo izvedli pod sličnimi pogoji kot varjenje v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol (10 mm debela pločvina jekla St 37, kot »V« zvara 50°, širina špranje ca. 2 mm, robovi pa posneti za ca. 2 mm. Varjeno z B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm z izmeničnim tokom, I = 170 A). Pri varjenju ležeče v vodoravni legi mesta varjenja mora biti zaradi močnejšega uvarjanja širina špranje »V« zvara ožja (ca. 2 mm) kot pri prej opisanih, varjenih v smeri od zgoraj navzdol, pri katerih mora biti širina špranje »V« zvara ca. 3 mm.

Videz in kvaliteta zvarov, zavarjenih ležeče v vodoravni legi mesta varjenja, sta razvidna iz slik št. 7 in št. 8.

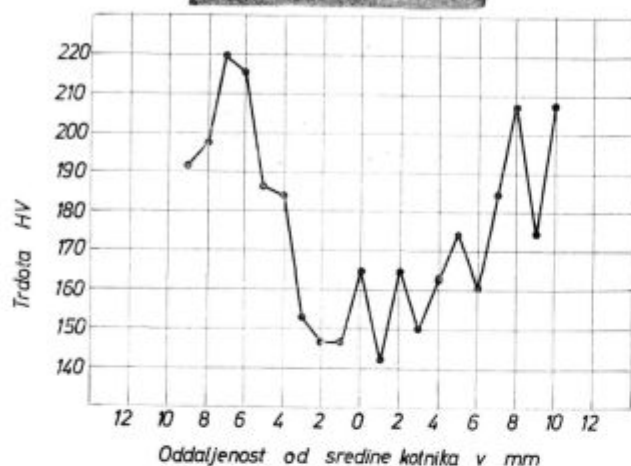
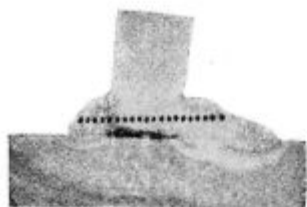
Za varjenje ležeče v vodoravni legi mesta varjenja je elektroda EVB 50 primernejša od elektrode B-KOR Tifon. V tem položaju zavarjeni zvari z elektrodo B-KOR Tifon so grobi in visoki. Debelina korenskega zvara na najožjem mestu preseka je ca. 5,5 mm, višina kotnega zvara — en sloj (leva stran metalografskega obrusa na sl. št. 8) pa ca. 5 mm, tako da je ploščina preseka zvara ca. 0,265 cm². Globina uvara je ca. 2 mm, dolžina zvara, zavarjenega z eno elektrodo, pa ca. 210 mm.

Večslojno varjenje v tem položaju z elektrodo B-KOR Tifon ni priporočljivo — zaradi večje debeline slojev in težko taljive žilindre se poveča nevarnost vključkov in por v zvaru.



Slika 7

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 37 (10 mm), ležeče vodoravno, izmenični tok



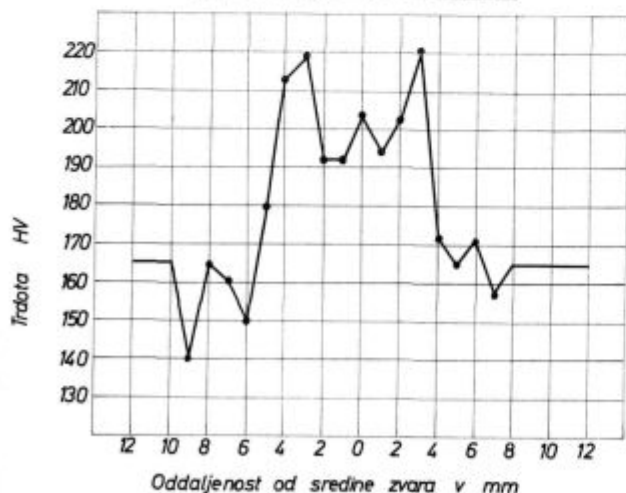
Slika 8

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 37 (10 mm), ležeče vodoravno, izmenični tok

e) Varjenje nadglavno — mesto varjenja je v vodoravni legi ($\overrightarrow{\leftarrow}$)

Varjenje je bilo tudi v tem primeru izvedeno pod enakimi pogoji kot v prej opisanih primerih (širina špranje »V« zvara je ca. 3 mm).

Elektroda B-KOR Tifon za nadglavno varjenje v vodoravni legi mesta varjenja ni primerna — obešanje taline (glej sliko št. 9 — metalografski obrus).



Slika 9

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 37 (10 mm), nadglavno vodoravno, izmenični tok

2. Uporabnost elektrod B-KOR Tifon

Elektroda B-KOR Tifon je uporabna za varjenje v smeri od zgoraj navzdol v vseh legah (ležeče in nadglavno) od navpične lege do lege mesta varjenja pod kotom 45° v kombinaciji z elektrodama EVB 50 in EVB 60. Elektroda B-KOR Tifon služi predvsem kot pripomoček, ki poenostavi in poceni varjenje (enostavno, hitro in kvalitetno varjenje korenov in kotnih zvarov ter zelo ekonomično varjenje »V« zvarov — dobro pretaljenje korena že pri odprtini kota »V« zvara 50°).

Način kombiniranega varjenja (B-KOR Tifon + EVB 50 oz. EVB 60) je sledeč:

z elektrodo B-KOR Tifon zavarimo koren ter po potrebi še 2—3 sloje v smeri od zgoraj navzdol, z elektrodo EVB 50, oz. EVB 60 pa zatem zapolnimo zvar v smeri od spodaj navzgor.

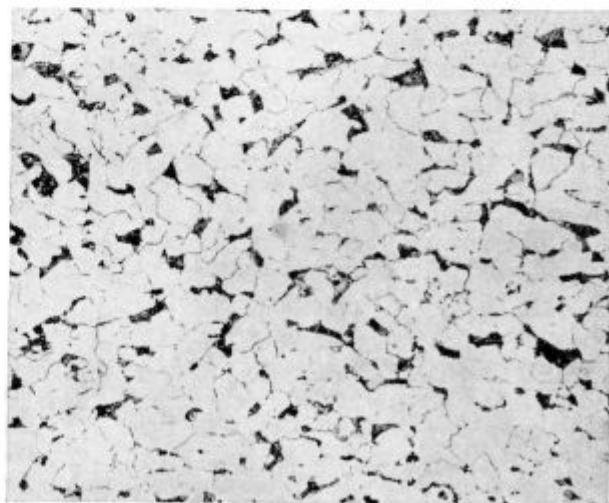
Elektroda B-KOR Tifon je primerna za varjenje:

- drobnnozrnatih jekel (St 52 Cb)
- konstrukcijskih jekel (St 37 — St 60)
- jekel za varilne konstrukcije (St 37 — St 52-3)
- jekel za ladjedelnštvo po predpisih LR: A, B, C, D in E
- kotlovske pločevine (H I, H II, H III, H IV)
- jeklene litine (GS 38 — GS 52-3)

Način varjenja z elektrodo B-KOR Tifon je razviden iz primerov varjenja jekel St 37, St 52-3 in St 52 Cb.

a. Varjenje jekla St 37

Koren »V« zvara (sl. št. 1) in kotni zvar (sl. št. 2) — leva stran je zavarjena troslojno, desna pa enoslojno) smo zavarili z elektrodo B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm na izmenični tok, jakosti ca. 170 A v na-



Slika 10

Feritnoperlitna struktura osnovnega materiala — jeklo St 37; 200 $\times$ povečava

vpični legi v smeri od zgoraj navzdol (debelina pločevine jekla St 37 je bila 10 mm, kot »V« zvara pa 50°).

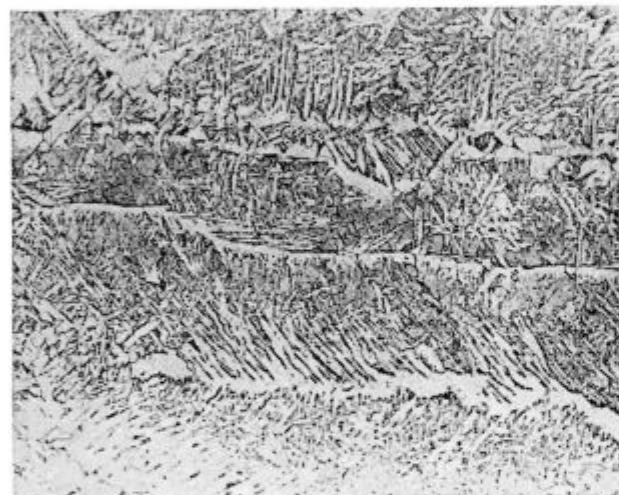
Osnovni material (jeklo St 37) ima normalno feritno perlitno strukturo (glej sliko št. 10).

Struktura zgornjega sloja vara in vara po enoslojnem varjenju je značilna za lito stanje — usmerjeni feritni pasovi (glej sliko št. 11).

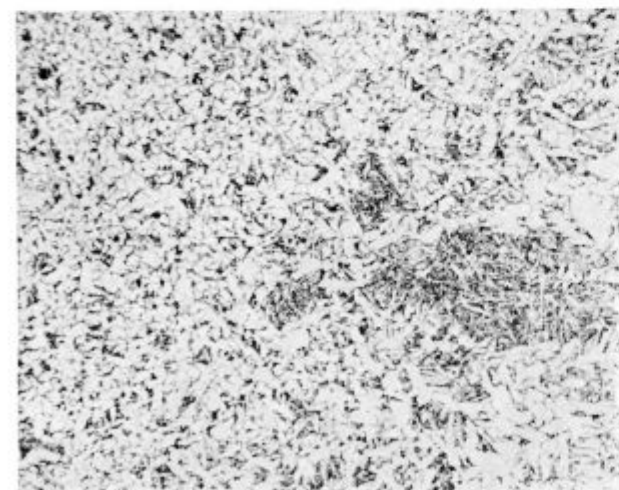
Struktura vara po troslojnem varjenju (drugi in tretji sloj sta bila varjena takoj brez ohlajanja po varjenju prvega, oziroma drugega sloja) je razen zgornjega sloja dobro prekristalizirana in sestoji iz ferita in perlita (glej sliko št. 12).

Struktura prehodne cone je ob zgornjem sloju vara bainitno feritna z nekaj zrnji martenzita (glej sliko št. 13).

Ostali del prehodne zone — ob sredini in spodnjem delu vara — pa zaradi prekristalizacije, oz.



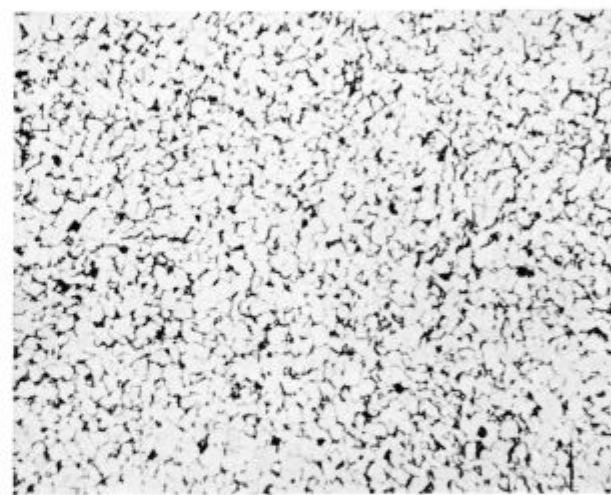
Slika 11
Lita struktura vara z usmerjenimi feritnimi pasovi; 100 × povečava



Slika 12
Prekristalizirana struktura vara — ferit in perlit; 100 × povečava



Slika 13
Bainitno feritna struktura prehodne zone; 200 × povečava



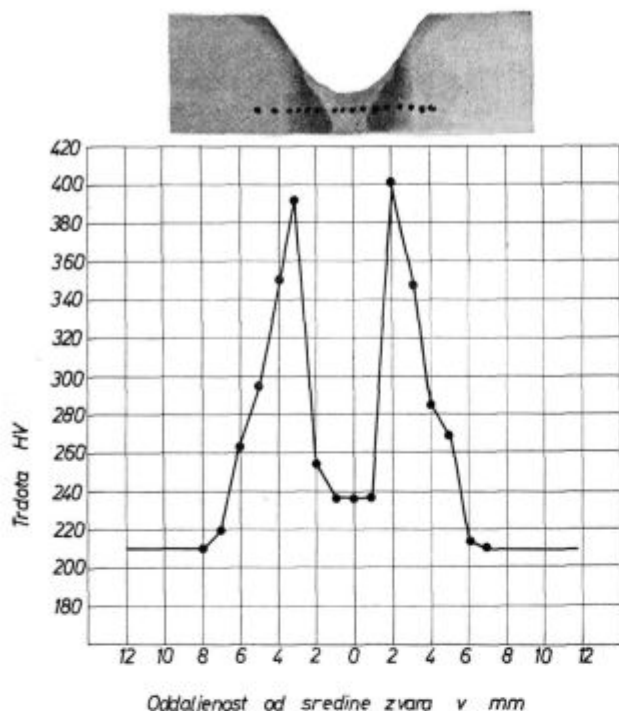
Slika 14
Prekristalizirana struktura prehodne zone — ferit in perlit 200 × povečava

normalizacije sestoji iz zelo drobnih feritnih zrn z malo perlita (glej sliko št. 14).

Iz opisanih struktur vara, prehodne cone in osnovnega materiala ter iz diagramov mikrotrdot (slika št. 1 in slika št. 2) je razvidno, da je elektroda B-KOR Tifon primerna za varjenje jekla St 37. Samo varjenje, pa naj bo to enoslojno ali pa troslojno brez vmesnega hlajenja, pri varjenju jekla St 37 ne vpliva bistveno na kvaliteto zvarov, ki so nekoliko trši od osnovnega materiala.

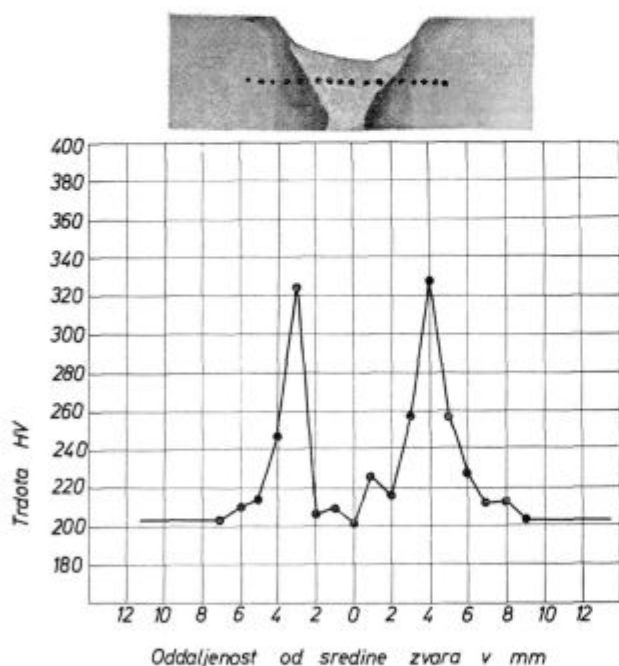
b.) Varjenje jekla St 52-3

»V« zvara (sl. št. 15 — koren, sl. št. 16 — koren + 2 sloja) in kotni zvar (sl. št. 17 — leva stran je zavarjena troslojno, desna pa enoslojno) smo zavarili z elektrodo B-KOR Tifon Ø 4 mm na izmenični tok, jakosti ca. 170 A v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol (debelina pločevine jekla St 52 — 3 je bila 10 mm, kot »V« zvara 60°, širina špranje ca. 3 mm in robovi posneti za ca. 2 mm).



Slika 15

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotvrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52-3 (10 mm), navpična lega, izmenični tok



Slika 16

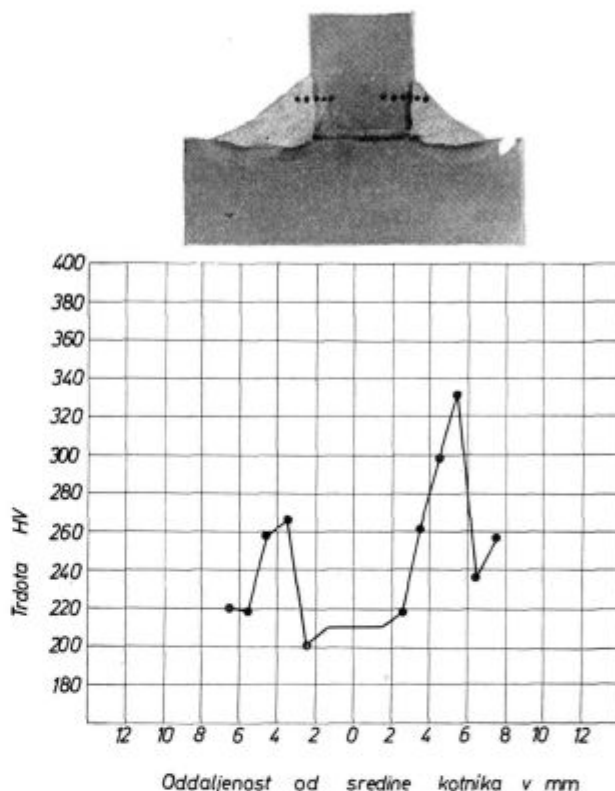
Metalografski obrus »V« zvara (koren + 2 sloja) in diagram mikrotvrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52-3 (10 mm), navpična lega, izmenični tok

Osnovni material (jeklo St 52-3) ima zelo drobno zrnato feritno perlitno strukturo (glej sliko št. 18).

Struktura vara po enoslojnem varjenju in zgornjega sloja vara po troslojnem varjenju (brez

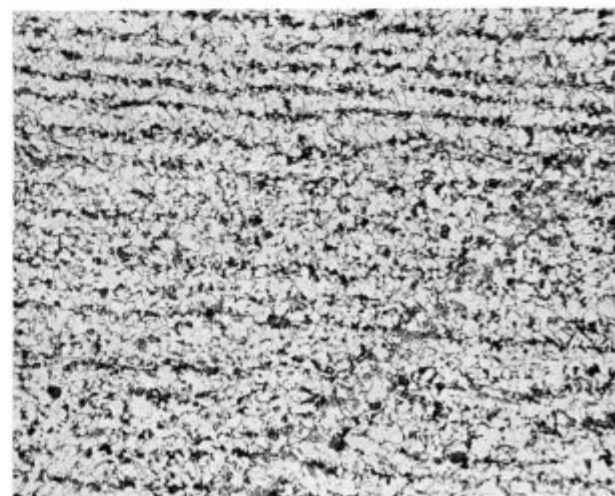
vmesnega ohlajanja) je značilna za lito stanje, ostali del vara po troslojnem varjenju (brez vmesnega ohlajanja) pa je dobro prekristaliziran — enako kot pri varjenju jekla St 37 (slika št. 11 — lita struktura vara z usmerjenimi feritnimi pasovi, slika št. 12 — prekristalizirana struktura vara — ferit in perlit).

Struktura prehodne cone pa je pri varjenju jekla St 52-3 zelo odvisna od načina varjenja —



Slika 17

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotvrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52-3 (10 mm), navpična lega, izmenični tok



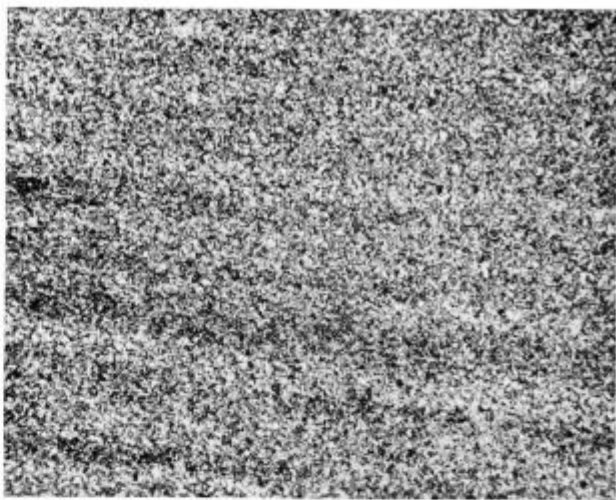
Slika 18

Drobno zrnata ferit perlitna struktura osnovnega materiala — jeklo St 52-3; 200 $\times$ povečava

pri enoslojnem varjenju (slika št. 15 in slika št. 17 — desna stran metalografskega obrusa kotnika) nastane tik ob varu močno zakaljen pas, debeline ca. 1–2 mm s trdoto okoli 350–400 HV, ki ima martenzitsno strukturo (glej sliko št. 19).

Pri troslojnem varjenju jekla St 52-3 brez vmesnega ohlajanja (sl. št. 16 in sl. št. 17 — leva stran metalografskega obrusa kotnika) pa nastane ob zgornjem delu vara slabo zakaljen pas, debeline ca. 1 mm s trdoto okoli 300 HV, ki ima na najbolj zakaljenem delu martenzitsno bainitno strukturo (glej sliko št. 20 — z varjenjem prvega sloja osnovni material pregrejemo).

Ostali del prehodne cone (brez zakaljenega pasu) je v obeh primerih (pri enoslojnem in troslojnem varjenju) dobro prekrizaliziran, oziroma normaliziran ter ima zelo drobno zrnato feritno-perlitno strukturo (glej sliko št. 21).



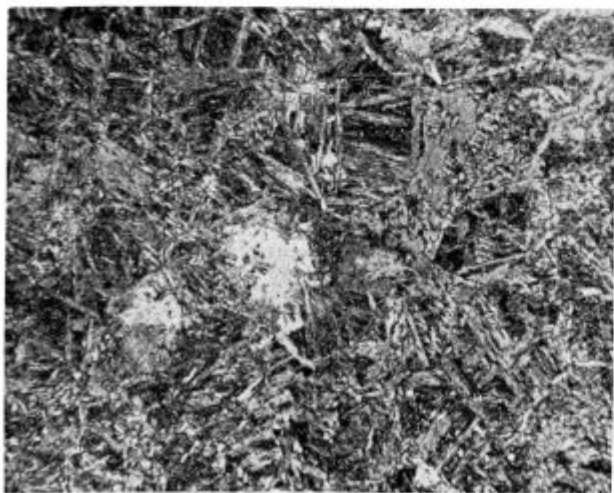
Slika 21

Prekrizalizirana drobno zrnata ferit perlitna struktura prehodne zone; 200 × povečava



Slika 19

Martenzitsna struktura močno zakaljenega pasu prehodne zone; 200 × povečava



Slika 20

Martenzitsno bainitna struktura najbolj zakaljenega dela prehodne zone; 200 × povečava

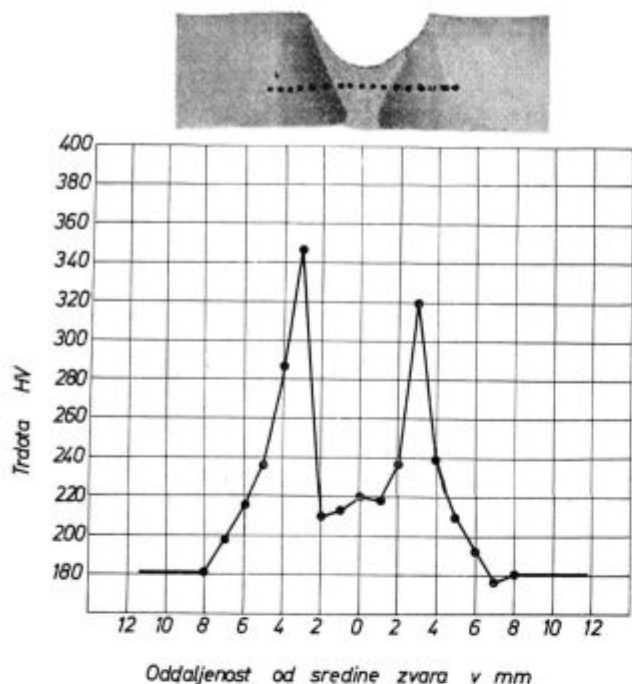
Iz opisanih struktur vara, prehodne cone in osnovnega materiala ter iz diagramov mikrotrdot (slika št. 15, št. 16, št. 17) se lepo vidi, da je elektroda B-KOR Tifon primerna za varjenje pločevin iz jekla St 52-3, vendar morajo biti te predhodno pregrete. Pri troslojnem varjenju (brez vmesnega ohlajanja) 10 mm debelih pločevin iz jekla St 52-3 z elektrodo B-KOR Tifon Ø 4 mm v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol zadostuje za pregretje osnovnega materiala že varjenje prvega sloja.

Pri opisanem troslojnem varjenju jekla St 52-3 (10 mm) z elektrodo B-KOR Tifon Ø 4 mm so pri varjenju »V« zvarov z odprtino kota 60° trdnosti zakaljenega pasu okoli 330 HV (izgube toplote s sevanjem so zaradi sorazmerno zelo odprtega kota »V« zvara zelo velike — korenski zvar je tanek in širok ter seva na zgornji in spodnji strani korena), pri varjenju kotnih zvarov (izgube toplote s sevanjem so pri varjenju prvega sloja manjše kot pri prej opisanem varjenju korena »V« zvara — sevanje je le na zgornji strani zvara) pa so trdnosti zakaljenega pasu nižje (ca. 270 HV). Pregretje osnovnega materiala z varjenjem prvega sloja je pri varjenju kotnih zvarov boljše kot pri varjenju »V« zvarov, ki imajo odprtino kota 60°.

6. Varjenje jekla St 52-Cb

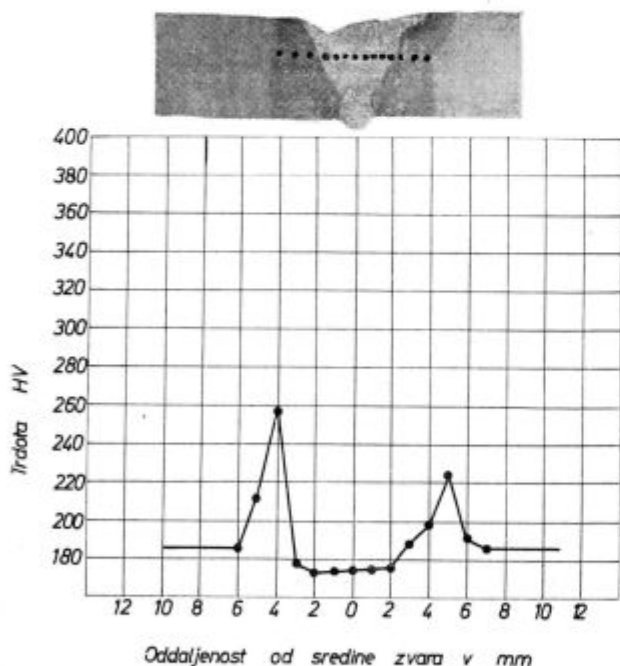
»V« zvara (sl. št. 22 — koren, sl. št. 23 — koren + 2 sloja) in kotni zvar (sl. št. 24 — leva stran je zavarjena enoslojno, desna pa troslojno) smo zavarili z elektrodo B-KOR Tifon Ø 4 mm na izmenični tok, jakosti ca. 170 A v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol (debelina pločevine jekla St 52 Cb je bila 10 mm, kot »V« zvara 50°, širina špranje ca. 3 mm robovi pa posneti za ca. 2 mm).

Osnovni material (jeklo St 52 Cb) ima zelo drobno zrnato ferit-perlitno strukturo (glej sliko št. 25).



Slika 22

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (10 mm), navpična lega, izmenični tok



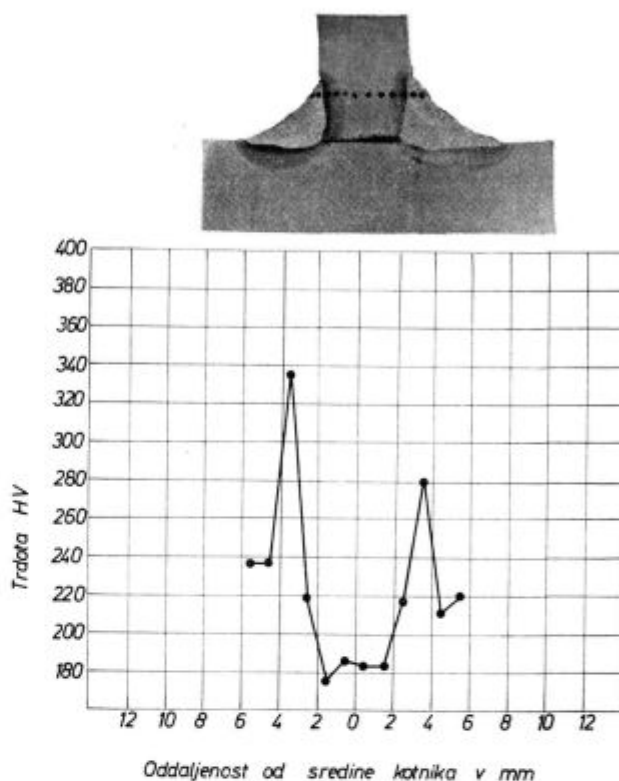
Slika 23

Metalografski obrus »V« zvara (koren + 2 sloja) in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (10 mm), navpična lega, izmenični tok

Struktura varov je enaka kot pri varjenju jekel St 37 in St 52-3 — enoslojni var in zgornji sloj vara po troslojnem varjenju ima strukturo litega stanja z usmerjenimi feritnimi pasovi (glej

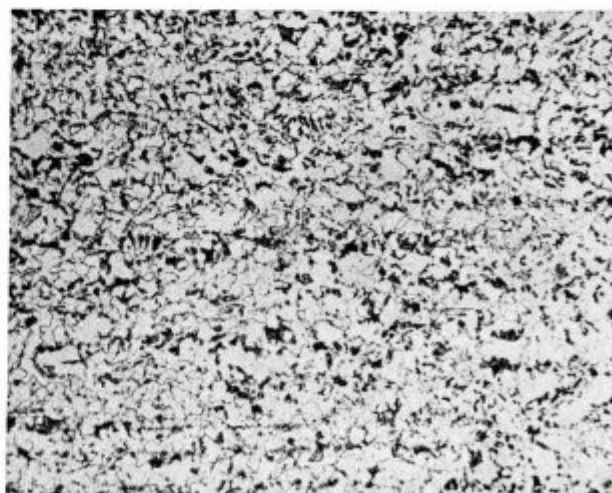
sliko št. 11), ostali del troslojnega vara (varjeno brez vmesnega ohlajanja) pa je dobro prekristaliziran (glej sliko št. 12 — prekristalizirana struktura vara — ferit in perlit).

Struktura prehodne cone je pri varjenju jekla St 52 Cb podobna kot pri prej opisanem varjenju jekla St 52-3. Pri enoslojnem varjenju (slika št. 22



Slika 24

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (10 mm), navpična lega, izmenični tok



Slika 25

Drobno zrnata ferit perlitna struktura osnovnega materiala — jeklo St 52 Cb; 200 $\times$ povečava

in slika št. 23 — leva stran metalografskega obrusa kotnika) nastane tik ob zvaru močno zakaljen pas, debeline 1–2 mm s trdoto okoli 350 HV, ki ima martenzitno strukturo (glej sliko št. 19). Pri troslojnim varjenju brez vmesnega ohlajanja (slika št. 23 in slika št. 24 — desna stran metalografskega obrusa kotnika) pa nastane ob zgornjem delu vara le nekoliko zakaljen pas (stopnja zakaljenja je manjša zaradi pregretja osnovnega materiala z varjenjem prvega sloja, oziroma korena), debeline ca. 1 mm s trdoto okoli 270 HV, ki ima na najbolj zakaljenem delu martenzitno bainitno strukturo (glej sliko št. 20). Ostali del prehodne cone (brez zakaljenega pasu), pa je dobro prekristaliziran, oziroma normaliziran (glej sliko št. 21 — prekristalizirana dobro zrnata feritno perlitna struktura prehodne cone).

Iz opisanih struktur vara, prehodne zone in osnovnega materiala ter iz diagramov mikrotrdot (slika št. 22, št. 23 in št. 24) je razvidno, da je elektroda B-KOR Tifon primerna za varjenje pločevin iz jekla St 52 Cb, vendar morajo biti te predhodno pregrete tako kot pri varjenju jekla St 52-3. Pri troslojnim varjenju 10 mm debele pločevine St 52 Cb v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z elektrodo B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm zadostuje za pregretje osnovnega materiala že varjenje prvega sloja (enako kot pri varjenju jekla St 52-3).

Pri varjenju kotnih zvarov med varjenjem jekla St 52-3 in jekla St 52 Cb ni bistvenih razlik, trdota zakaljenega pasu je v obeh primerih po enoslojnim varjenju ca. 350 HV, po troslojnim varjenju pa ca. 280 HV. Pri varjenju »V« zvarov pa je opazen vpliv večje odprtine kota »V« zvara pri varjenju jekla St 52-3 (izgube toplote sevanja so pri večji odprtini kota »V« zvara večje in osnovni material se z varjenjem korena slabše pregreje). Zaradi slabšega pregretja osnovnega materiala pri varjenju korenov »V« zvarov z bolj odprtimi koti so trdote zakaljenega pasu prehodne cone pri »V« zvarih z odprtino kota 60° (St 52-3) višje kot pri »V« zvarih z odprtino kota 50° (St 52 Cb).

Pri varjenju jekla St 52-3 (kot »V« zvara je 60°) so bile trdote zakaljenega pasu prehodne cone sledeče:

Korenski zvar — ca. 400 HV

Koren + 2 sloja — ca. 330 HV

Pri varjenju jekla St 52 Cb (kot »V« zvara je 50°) pa sledeče:

Korenski zvar — ca. 350 HV

Koren + 2 sloja — ca. 260 HV

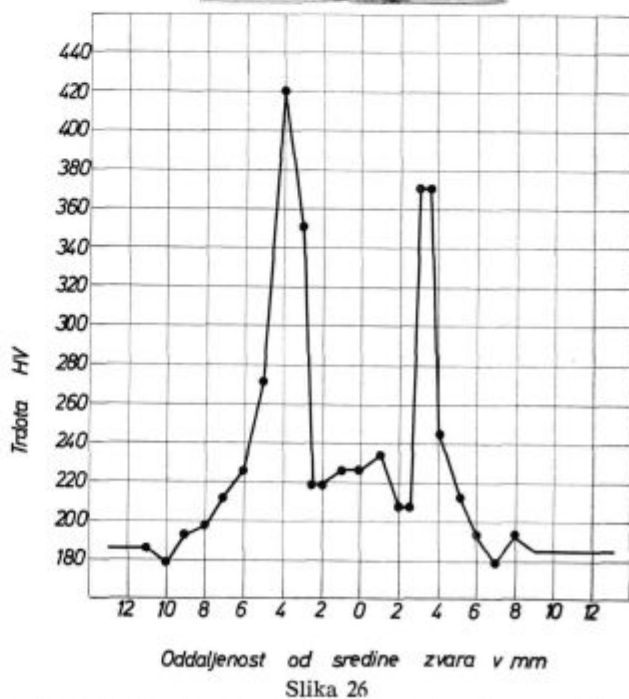
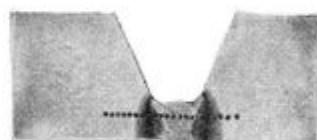
d. Vpliv vrste toka, debeline pločevine in dimenzije elektrod na varjenje z elektrodami B-KOR Tifon v smeri od zgoraj navzdol

Pri varjenju z enosmernim tokom (+ pol) nastopata dva pojava, ki negativno vplivata na varjenje. Zaradi usmerjenega električnega toka nastane pri varjenju stalno magnetno polje, ki povzroča odklanjanje električnega obloka. Elek-

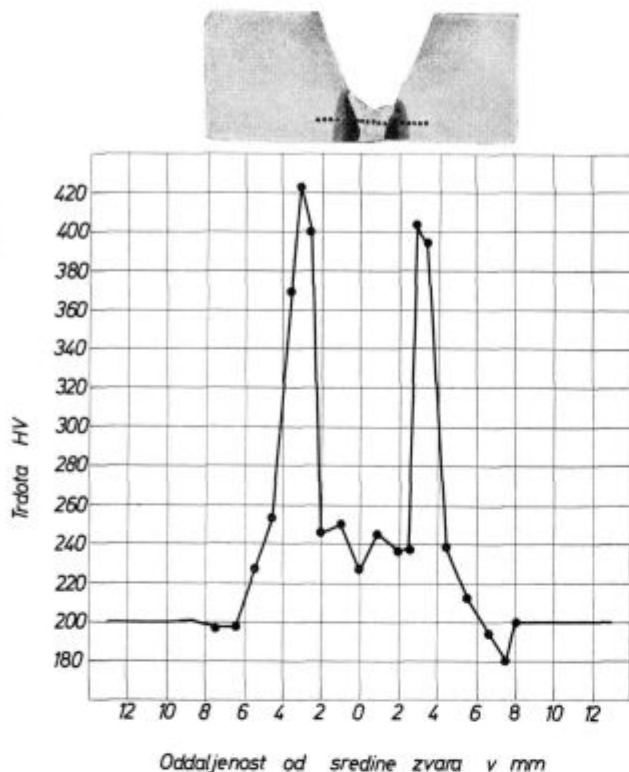
troni, ki se pri varjenju na + pol gibljejo iz osnovnega materiala na elektrodo, pa na osnovnem materialu ustvarjajo nekoliko hladnejše mesto — katodno pego. Posledica tega pojava je, da pri varjenju površin, ki niso popolnoma ravne, oblok zelo nerad sledi elektrodi — elektroni lažje izstopajo iz vzpetin na osnovnem materialu.

Oba opisana pojava varjenja z enosmernim tokom na + pol (nastanek stalnega magnetnega polja in katodne pege) zelo neugodno vplivata, predvsem pri varjenju korenov »V« zvarov, posebno še, če so pripravljeni iz manjših komadov tanjših pločevin. Z izbiro tanjše elektrode se v takem primeru delno izognemo opisanim problemom (jakost magnetnega polja se zmanjša, če zmanjšamo jakost električnega toka). Posledica izbora tanjše elektrode je tudi hitrejšo ohlajanje taline in žlindre, kar je pomembno pri varjenju v smeri od zgoraj navzdol — elektrodo je lažje obvladati ter zato pri nihanju ob vsaki steni »V« zvara tudi nekoliko zastati, da je uvar boljši.

»V« zware, pripravljene iz 20 mm debelih pločevin smo varili z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 4 mm v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z izmeničnim in enosmernim tokom na + pol (jakost toka je bila 170–180 A, mere »V« zvara, pripravljenega iz 20 mm debele pločevine jekla St 52 Cb pa: kot »V« zvara je bil 50° , širina špranje 4 mm, robovi pa posneti za ca. 2 mm).

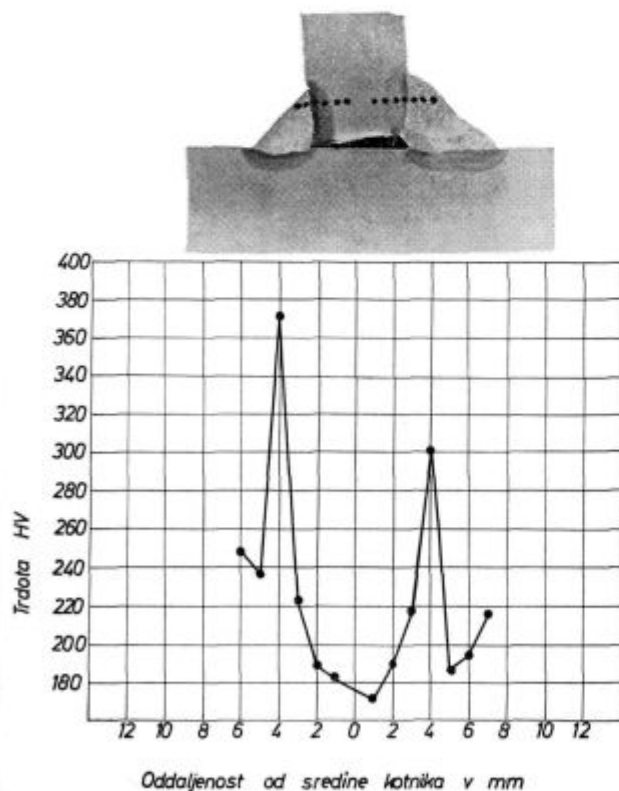


Slika 26
Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (20 mm), navpična lega, izmenični tok



Slika 27

Metalografski obrus korenskega zvara in diagram mikrottrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (20 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)



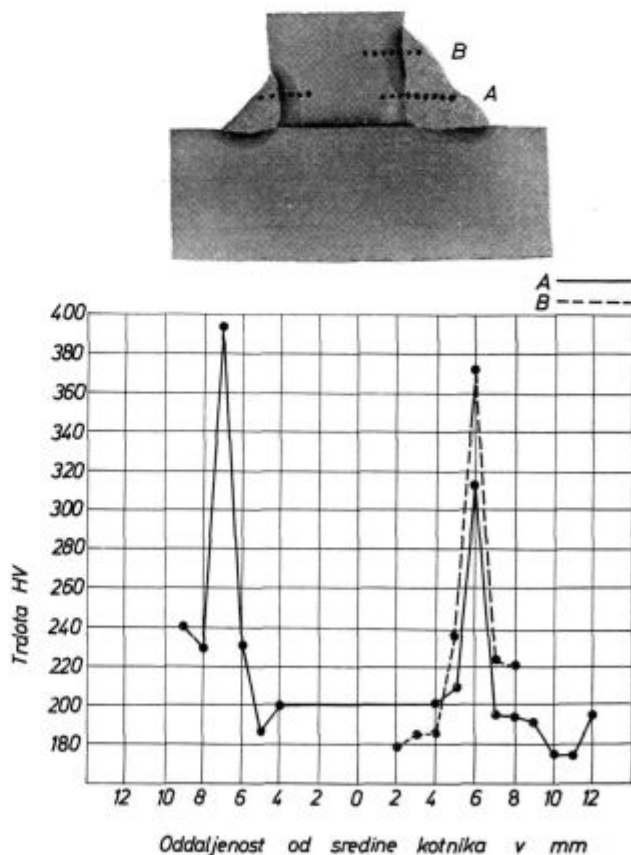
Slika 28

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrottrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 3,25 mm, St 52 Cb (10 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)

Iz metalografskega obrusa na sliki št. 27 je razvidno, da je pri varjenju z enosmernim tokom na + pol uvar v stene »V« zvara bolj neenakomeren kot pri varjenju z izmeničnim tokom (slika št. 26). Diagrami mikrottrdot pa kažejo, da v pogledu termičnih efektov in kvalitete varjenja (razen neenakomernosti uvarjanja v stene »V« zvara pri varjenju z enosmernim tokom na + pol) ni bistvenih razlik med varjenjem z izmeničnim in enosmernim tokom (jekla, ki rada zakalijo, moramo variti ne glede na vrsto toka večslojno ali pa predhodno pregreta).

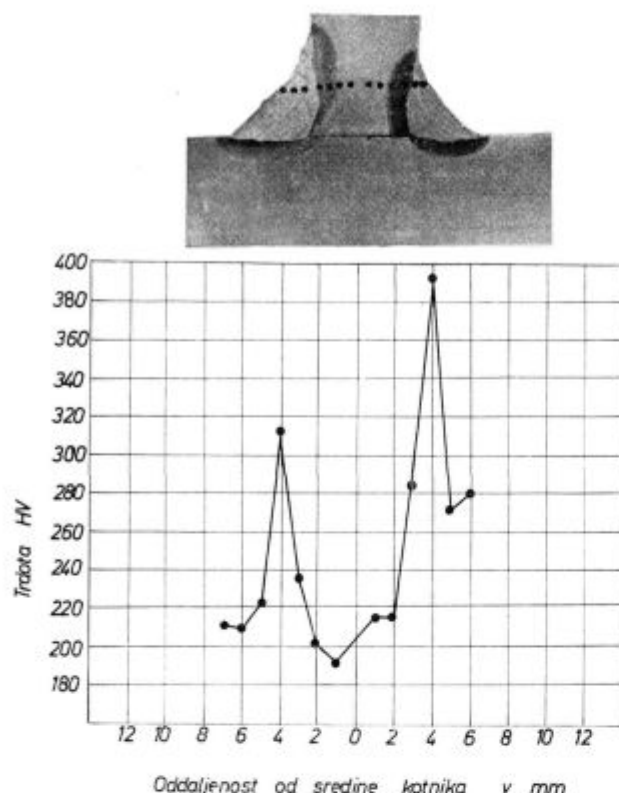
Varjenje kotnih zvarov v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol je bilo z elektrodami B-KOR Tifon, dimenzij $\varnothing$ 3,25 in $\varnothing$ 4 mm enostavno, tudi ko smo varili z enosmernim tokom na + pol. Pogoji varjenja so bili sledeči: kotni zvari so bili pripravljeni iz pločevine jekla St 52 Cb, debeline 10 mm (sl. št. 28 in št. 30) in 15 mm (sl. št. 29 in št. 31). Varjeni so bili enoslojno in troslojno z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 3,25 mm (slika št. 28 in sl. št. 29) in $\varnothing$ 4 mm (sl. št. 30 in št. 31) v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z enosmernim tokom jakosti 150 A (elektroda $\varnothing$ 3,25 mm) in 170–180 A (elektroda $\varnothing$ 4 mm).

Iz slike št. 29 se vidi, da se pri troslojnem varjenju z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije



Slika 29

Metalografski obrus kotnega zvara in diagram mikrottrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 3,25 mm, St 52 Cb (15 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)



Slika 30

Metalografski obris kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (10 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)

$\varnothing$ 3,25 mm po varjenju prvega sloja pločevina debeline 15 mm premalo pregreje, zato v tem primeru nastane pri varjenju jekla St 52 Cb ob zgornjem sloju kotnega zvara v prehodni coni zakaljen pas z martenzitno strukturo (trdnost ca. 370 HV — krivulja B v diagramu mikrotrdot). Tri troslojnim varjenju 10 mm debelih pločevin jekla St 52 Cb z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 3,25 mm (slika št. 28) pa pride po varjenju prvega sloja že do zadostnega pregretja osnovnega materiala ter so trdnosti v delno zakaljenem pasu prehodne zone okoli 300 HV.

Podobno pride do zadostnega pregretja tudi pri troslojnim varjenju 10 in 15 mm debelih pločevin iz jekla St 52 Cb, če jih varimo z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 4 mm (slika št. 30 in sl. št. 31).

Ker elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 3,25 mm, zelo lahko obvladamo ne glede na vrsto toka, s katerim varimo (izmenični ali pa enosmerni tok + pol), je ta dimenzija elektrode za varjenje korenov v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol primernejša od dimenzije elektrode $\varnothing$ 4 mm. Tudi pri varjenju kotnih zvarov v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol dobimo z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 3,25 mm pri jakosti toka 150 A, zelo ugodne dimenzije zvarov. Višina kotnega zvara — en sloj (leva stran metalografskega obrusa na sl. št. 28 in št. 29) je ca. 4 mm,

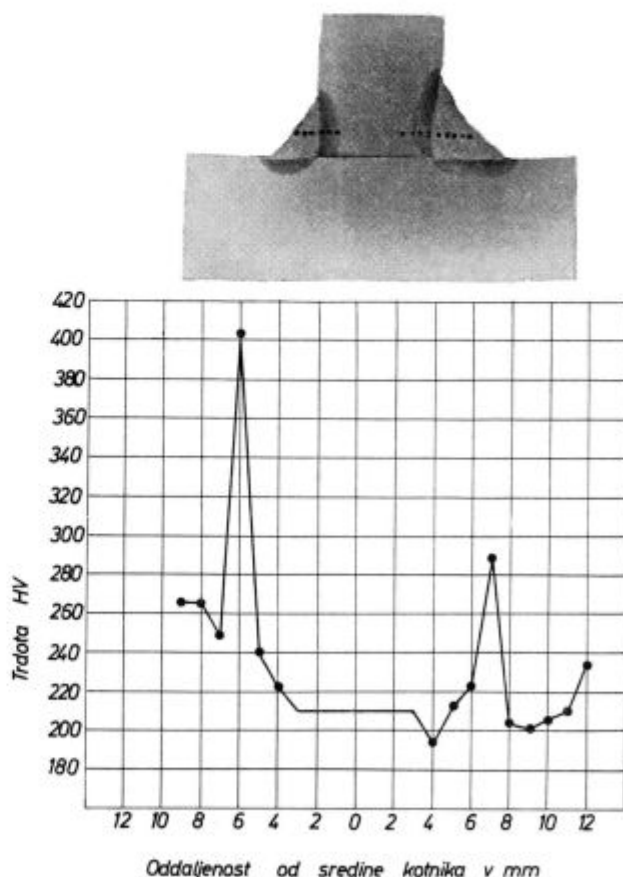
tako da je ploščina preseka kotnega zvara (samo dodani material) ca. 0,150 cm². Globina uvara je ca. 1 mm, dolžina zvara, zavarjenega z eno elektrodo, pa ca. 200 mm.

Elektrodi B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 5 in $\varnothing$ 6 mm, sta za varjenje v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z enosmernim tokom (+ pol) neprimerni (pri varjenju težko obvladamo talino), lepo pa varita na izmenični tok (dimenzija $\varnothing$ 6 mm je primerna predvsem za varjenje debelejših pločevin — nad 15 mm).

e) *Kombinirano varjenje 10 mm debele pločevine (jeklo St 52-3) v navpični legi z elektrodami B-KOR Tifon in EVB 50*

»V« zvar, pripravljen iz 10 mm debele pločevine jekla St 52-3 z odprtino kota 60°, širino špranje 4 mm in posnetimi robovi za ca. 2 mm, smo v navpični legi kombinirano varili na sledeči način:

Korenski zvar smo varili v smeri od zgoraj navzdol z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing$ 4 mm z enosmernim tokom (+ pol), jakosti 170–180 A. Z elektrodami EVB 50, dimenzije $\varnothing$ 3,25 mm pa smo zatem v smeri od spodaj navzgor z varjenjem na enosmerni tok (+ pol) jako-

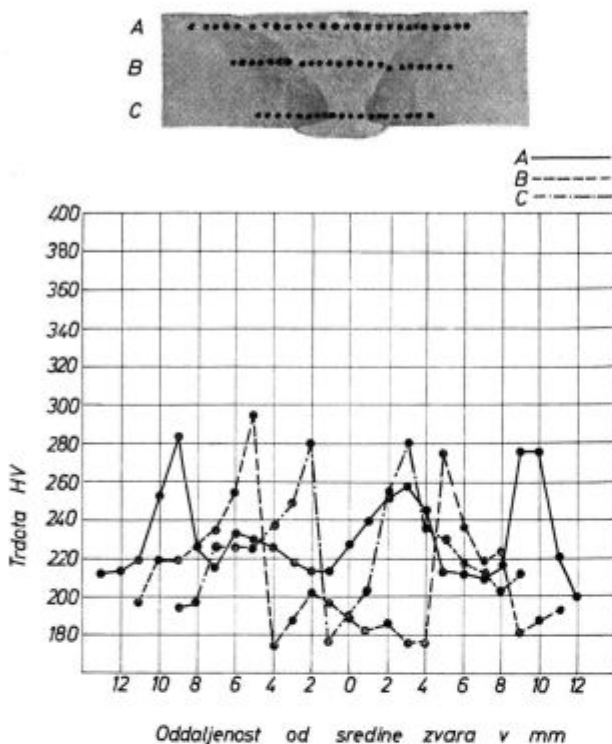


Slika 31

Metalografski obris kotnega zvara in diagram mikrotrdot — B-KOR Tifon $\varnothing$ 4 mm, St 52 Cb (15 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)

sti 120 A v treh slojih »V« zvar zapolnili. Na koncu smo korenski zvar še izboljšali — koren smo varili z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije $\varnothing 4$ mm še z druge strani tudi z enosmernim tokom (+ pol), jakosti 170—180 A v smeri od zgoraj navzdol.

Videz in kvaliteta kombinirano zavarjenega »V« zvara sta razvidna iz slike št. 32.



Slika 32

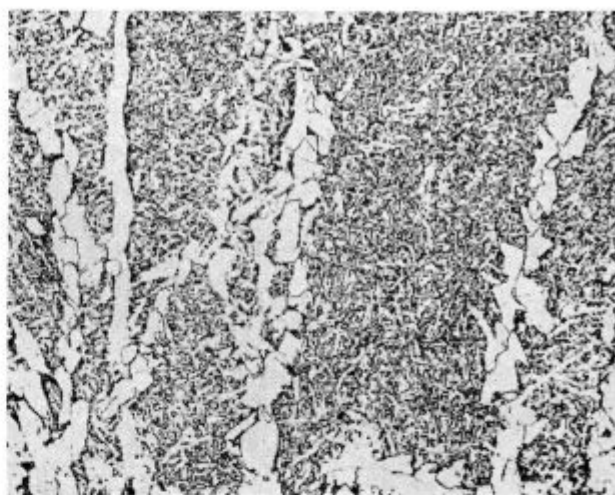
Metalografski obris in diagram mikrotvrdot kombinirano zvarjenega »V« zvara — kombinirano varjenje: B-KOR Tifon $\varnothing 4$ mm + EVB 50 $\varnothing 3,25$ mm, St 52-3 (10 mm), navpična lega, enosmerni tok (+ pol)

Struktura vara (sredina in zgornji del vara je zavarjen z elektrodo EVB 50) je podobna troslojno zavarjenim zvarom, ki smo jih varili z elektrodo B-KOR Tifon.

Zgornji del vara ima značilno lito strukturo z usmerjenimi feritnimi pasovi (glej sliko št. 33).

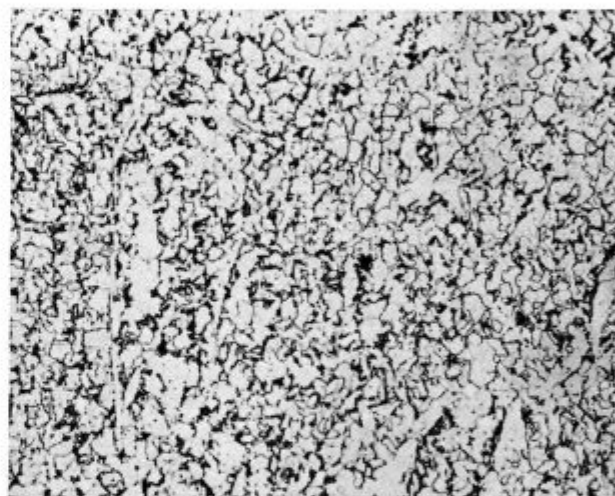
Sredina vara (varjeno z EVB 50) in koren vara (varjeno z B-KOR Tifon) pa imata popolnoma enako strukturo, ki je zelo dobro prekrizalizirana (glej sliko št. 34) — zaradi boljšega pregretja (večslojno varjenje) bolj kot pri troslojnem varjenju z elektrodo B-KOR Tifon, kjer so še opazni sledovi igličastega ferita (glej sliko št. 12).

Tudi pri strukturi prehodne cone je opazno zelo dobro pregretje osnovnega materiala (jekla St 52-3) zaradi večslojnega varjenja. Kljub varjenju v kot »V« zvara 60° in zelo široki špranji, ki je bila 4 mm (zaradi sevanja zelo odprt kot »V« zvara in široka špranja neugodno vplivata na pregretje — velike izgube toplote), se je osnovni material pregrel tako, da ima celo najbolj zaka-



Slika 33

Lita struktura vara z usmerjenimi feritnimi pasovi — EVB 50; 200 $\times$ povečava



Slika 34

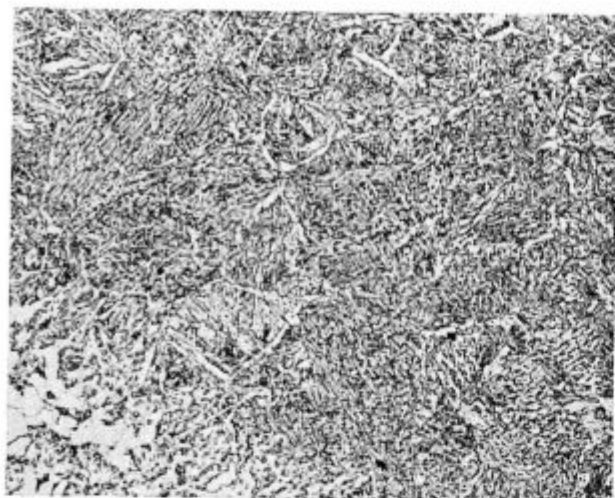
Prekrizalizirana struktura vara — ferit in perlit; 200 $\times$ povečava

ljeni del prehodne cone bainitno strukturo (glej sliko št. 35) in trdnosti okoli 280 HV.

Ostali del prehodne cone (brez zakaljenega pasu) je enako kot pri prej opisanih varjenjih samo z elektrodo B-KOR Tifon, dobro prekrizaliziran, oz. normaliziran (glej sl. št. 21 — prekrizalizirana drobno zrnata feritno perlitna struktura prehodne cone).

Iz opisa struktur kombinirano zvarjenega »V« zvara z elektrodami B-KOR Tifon in EVB 50 ter iz slike metalografskega obrusa in diagram mikrotvrdot (slika št. 32) se vidi primernost opisanega, ekonomsko zelo ugodnega (če je kot »V« zvara 50°), enostavnega in kvalitetnega načina varjenja za »V« zware v navpični legi.

Elektroda B-KOR Tifon je prav tako primerna tudi za kombinirano varjenje z elektrodo EVB 60. Zelo ugodno je, da z njo lahko varimo na izmenični in enosmerni tok (+ pol).



Slika 35

Bainitna struktura najbolj zakaljenega dela prehodne zone
200 × povečava

II. KEMIČNA ANALIZA IN MEHANSKE LASTNOSTI ČISTEGA VARA ELEKTRODE B-KOR TIFON

1. Čisti vari elektrode B-KOR Tifon, varjeni v vodoravni legi

a) Varjenje z izmeničnim tokom v vodoravni legi

V vodoravni legi moramo z elektrodo B-KOR Tifon variti čiste vare zelo pazljivo. Žlindra elektrode B-KOR Tifon je izbrana tako, da hitro zamrzne — takoj po zamrznjenju taline (ugodno pri varjenju v smeri od zgoraj navzdol) ter moramo zato paziti, da je talina ne zalije. Ker je ta žlindra tudi težko taljiva, jo moramo po vsakem varjenju popolnoma odstraniti ter šele potem variti nov sloj. Paziti moramo tudi, da sloji niso predebeli (pri varjenju v vodoravni legi so sloji zavarjeni z elektrodo B-KOR Tifon visoki), ker bi

Tabela št. 3:

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
			maks.	maks.
0,09	0,50	1,15	0,015	0,015

Vsebnost H_2 v zvaru je pod 5 ml/100 g zvara.

Tabela št. 4:

Mehanske lastnosti (varjeno v vodoravni legi z izmeničnim tokom)

	trdnost (kp/mm ²)	meja raztezanja (kp/mm ²)	raztezek (%)	žilavost po V-Notch (kpm/cm ²)			
				+ 20	0	— 20	— 40° C
Srednja vrednost	57,5	46,8	25,5	19,2	16,8	14,6	11,2
Mejne vrednosti	52—62	42—52	min. 20	min. 15	min. 10	min. 8	min. 6

to povzročilo nezadostno razplinjenje taline ter nastanek por v zvarih (pri varjenju z B-KOR Tifon se razvija velika količina plinov — CO_2 , ki pri varjenju v smeri od zgoraj navzdol drže talino in žlindro do zamrznjenja ca. 0,5 cm za električnim oblokom).

Kemična analiza in mehanske lastnosti pazljivo varjenega čistega vara elektrode B-KOR Tifon v vodoravni legi z izmeničnim tokom so navedene v tabeli št. 3 in št. 4.

b) Varjenje z enosmernim tokom (+ pol) v vodoravni legi

Pri varjenju čistega vara elektrode B-KOR Tifon z enosmernim tokom (+ pol) v vodoravni legi se moramo še bolj paziti kot pri prej opisanem varjenju čistega vara elektrode B-KOR Tifon z izmeničnim tokom. Pri varjenju z enosmernim tokom (+ pol) motita varjenje še stalno magnetno polje in katodna pega.

Mehanske lastnosti pazljivo varjenega čistega vara elektrode B-KOR Tifon v vodoravni legi z enosmernim tokom (+ pol) so sledeče (glej tabelo št. 5):

Odstopanje rezultatov mehanskih lastnosti je pri varjenju čistih varov elektrode B-KOR Tifon z enosmernim tokom (+ pol) znatno manjše kot pri varjenju z izmeničnim tokom. Poleg tega pa pri varjenju z enosmernim tokom (+ pol) dobimo tudi boljše žilavosti.

2. Čisti vari elektrode B-KOR Tifon varjeni z izmeničnim tokom v navpični legi

Varjenje čistih varov v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol je z elektrodo B-KOR Tifon manj zahtevno (manj možnosti, da talina zalije žlindro, ki tudi lepše odstopa; tanjši sloji ter zato boljše razplinjenje taline) kot varjenje čistih varov elektrode B-KOR Tifon v vodoravni legi.

Mehanske lastnosti čistih varov elektrode B-KOR Tifon, ki so zavarjeni v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol z izmeničnim tokom (glej tabelo št. 6) so nekoliko boljše (predvsem glede žilavosti — srednje vrednosti so skoraj tako dobre, kot pri čistih varih, ki so zavarjeni z enosmernim tokom na + pol v vodoravni legi) od mehanskih lastnosti čistih varov, ki so zavarjeni z izmeničnim tokom v vodoravni legi. Rezultati mehanskih lastnosti pa tudi pri čistih varih elektrode B-KOR Tifon, ki so zavarjeni v navpični legi z izmeničnim

Tabela št. 5:

Mehanske lastnosti (varjeno v vodoravni legi z enosmernim tokom na + pol)

	trdnost (kp/mm ²)	meja raztezanja (kp/mm ²)	raztezek (%)	žilavost po V-Notch (kpm/cm ²)			
				+ 20	0	- 20	- 40° C
Srednja vrednost	55,5	45,7	25,3	21,4	20,4	16,6	14,3
Mejne vrednosti	52—62	42—52	min. 23	min. 17	min. 15	min. 13	min. 12

Tabela št. 6:

Mehanske vrednosti (varjeno v navpični legi z izmeničnim tokom)

	trdnost (kp/mm ²)	meja raztezanja (kp/mm ²)	raztezek (%)	žilavost po V-Notch (kpm/cm ²)			
				+ 20	0	- 20	- 40° C
Srednja vrednost	57,8	48,9	25,0	20,4	18,4	16,2	14,5
Mejne vrednosti	52—62	42—52	min. 20	min. 15	min. 13	min. 8	min. 6

tokom, precej odstopajo (odstopanje je približno enako kot pri čistih varih, ki so zvarjeni v vodoravni legi z izmeničnim tokom, in znatno večje kot pri čistih varih, ki so zvarjeni z enosmernim tokom na + pol v vodoravni legi).

Iz minimalnih vrednosti mehanskih lastnosti čistih varov elektrode B-KOR Tifon (glej tabeli št. 4 in št. 6 — varjenje z izmeničnim tokom) je razvidno, da so zvari, ki so zvarjeni z elektrodo B-KOR Tifon na izmenični tok, glede na mehanske lastnosti kvalitetni. Zvari, ki so zavarjeni z elektrodo B-KOR Tifon na enosmerni tok + pol, pa so v pogledu mehanskih lastnosti visoko kvalitetni (glej tabelo št. 5).

Zaključek

Nova visokokvalitetna specialna bazično oplazena elektroda B-KOR Tifon, ki je namenjena za varjenje korenov in kotnih zvarov v smeri od zgoraj navzdol, lepo vari v vseh legah (ležeče in nadglavno) od navpične lege do lege mesta varjenja pod kotom 45°. Tako zavarjeni zvari so lepi in kvalitetni (zvari, zavarjeni v navpični legi so dolgi in gladki, če so pa zavarjeni v legi mesta varjenja pod kotom 45°, pa nekoliko bolj grobi in krajši). Iz slik metalografskih obrusov je razvidno, da je koren »V« zvara kljub varjenju v navpični legi mesta varjenja in odprtini kota 50° dobro pretaljen, uvar pa soliden (uvar je tako kot debelina vara odvisen od nagiba mesta varjenja). Pri varjenju v navpični legi je višina kotnega zvara — 1 sloj (varjeno z elektrodo dimenzije Ø 4 mm) ca. 4 mm, uvar pa ca. 1 mm. Pri varjenju ležeče v vodoravni legi mesta varjenja pa je višina kotnega zvara — 1 sloj (varjeno tudi z elektrodo dimenzije Ø 4 mm), ca. 5 mm, uvar pa ca. 2 mm. Večslojno varjenje ležeče, v vodoravni legi mesta varjenja z elektrodami B-KOR Tifon ni priporočljivo (zaradi večje debeline slojev in težko taljive žilindre je nevarnost nastanka vključkov

in por v zvaru — za varjenje v tem položaju je primerna elektroda EVB 50). Za nadglavno varjenje v vodoravni legi mesta varjenja je elektroda B-KOR Tifon neprimerna (obešanje taline).

Elektrodo B-KOR Tifon uporabljamo običajno v kombinaciji z elektrodama EVB 50 in EVB 60 — koren ter po potrebi še 2—3 sloje zavarimo z elektrodo B-KOR Tifon v smeri od zgoraj navzdol, zatem pa zapolnimo »V« zvar z elektrodo EVB 50 oz. EVB 60 v smeri od spodaj navzgor. Elektroda B-KOR Tifon služi predvsem kot pripomoček, ki poenostavi in poceni varjenje (enostavno, hitro in kvalitetno varjenje korenov in kotnih zvarov v smeri od zgoraj navzdol ter zelo ekonomično varjenje »V« zvarov — dobro pretaljenje korena že pri odprtini kota »V« zvara 50°).

Dimenziji elektrode B-KOR Tifon Ø 3,25 in Ø 4 mm sta primerni za varjenje z izmeničnim in enosmernim tokom (+ pol), z dimenzijama Ø 5 in Ø 6 mm pa moramo variti le na izmenični tok. Za varjenje korenov sta najprimernejši dimenziji Ø 3,25 in Ø 4 mm, to je pomembno predvsem za varjenje z enosmernim tokom na + pol, kjer je priporočljivo korene »V« zvarov, ki so pripravljeni iz tanjših pločevin (pod 20 mm), variti z elektrodo, dimenzije Ø 3,25 mm. Ker to dimenzijo elektrode B-KOR Tifon lahko obvladamo ne glede na vrsto toka, s katerim varimo (izbira tanjše elektrode ima za posledico hitrejše ohlajanje taline in žilindre — pri varjenju v smeri od zgoraj navzdol elektrodo lažje obvladamo ter zato lahko pri nihanju ob steni zaradi boljšega uvara tudi nekoliko zastanemo), je ta dimenzija (Ø 3,25 mm) za varjenje korenov primernejša od dimenzije elektrode Ø 4 mm. Tudi pri varjenju kotnih zvarov v navpični legi v smeri od zgoraj navzdol dobimo z elektrodo B-KOR Tifon, dimenzije Ø 3,25 mm zelo ugodne dimenzije zvarov (višina kotnega zvara je ca. 4 mm). Za varjenje kotnih zvarov so najprimernejše dimenzije elektrod Ø 3,25, Ø 4 in Ø 5 mm ter pri varjenju debelih pločevin (nad 15 mm) še Ø 6 mm.

Elektroda B-KOR Tifon je uporabna za varjenje drobno zrnatih in konstrukcijskih jekel, kotlovske in ladijske pločevine ter jeklene litine. Da pri varjenju jekel, ki rada zakalijo (St 52-3, St 52 Cb) ne dobimo močno zakaljenega pasu prehodne zone z martenzitno strukturo in visoko trdoto (ca. 350—400 HV), jih moramo variti pregrete (večlojno varjenje — z varjenjem prvih slojev osnovni material pregrejemo) — slabo zakaljeni pas prehodne cone ima po večslojnem varjenju bainitno strukturo s trdoto okoli 280 HV.

Vsebnost H_2 pod 5 ml/100 gr zvara, kemična analiza in dobre mehanske vrednosti čistega vara

elektrode B-KOR Tifon so poleg že omenjenih odlik, ki poenostavijo in pocenijo varjenje (enostavno, hitro, kvalitetno in ekonomično varjenje), lastnosti, ki dajejo tej elektrodi zelo široke možnosti uporabe, industriji pa bolj ekonomičen in sodobnejši način varjenja.

Literatura

1. Koch: Handbuch der Schweisstechnologie Lichtbogen-schweißen (1961)
2. D. Seferijan: Metalurgija zavarivanja (1969)
3. VEM: Handbuch Lichtbogenschweißen (1958)

ZUSAMMENFASSUNG

In der Forschungsabteilung des Hüttenwerkes Jesenice ist eine neue hochqualitative spezielle basische Umhüllungselektrode B-KOR-Tifon entwickelt worden. Sie ist vor allem für das Wurzel und Kehlnahtschweißen in der Richtung von oben nach unten bestimmt. Die Elektrode schweisst schön in der Richtung von oben nach unten in allen Lagen (liegend und überköpfig) von der senkrechten Lage bis zu der geneigten unter einem Winkel von 45° . Beim waagerechten Schweißen ist empfehlbar mit der Elektrode B-KOR-Tifon nur eine Schweissraupe die Wurzel zu schweißen. Für das überköpfige Schweißen in horizontaler Position ist diese Elektrode nicht geeignet.

Die Schweisselektrode B-Kor-Tifon wird üblich in der Kombination mit den Schweisselektroden EVB 50 und EVB 60 angewendet. Die Wurzel und nach Bedarf noch zwei bis drei Lagen werden mit der Elektrode B-KOR-Tifon in der Richtung von oben nach unten verschweisst, darauf wird die »V« Fuge mit der Schweisselektrode EVB 50 oder EVB 60 in der Richtung von unten nach oben nachgefüllt.

Die Schweisselektrode B-KOR-Tifon dient vor allem als Hilfsmittel für die Vereinfachung und Verbilligung des Schweißens (einfaches) schnelles und qualitatives Schweißen der Wurzeln und Kehlnähte in der Richtung von oben nach unten und ein sehr ökonomisches Stumpfnahschweißen der »V« Fuge — gute Einbrandtiefe schon bei einem Nahtöffnungswinkel 50° .

Die Schweisselektroden B-KOR-Tifon mit 3.25 und 4 mm Drahtdurchmesser sind für das Schweißen mit Wechselstrom und Gleichstrom geeignet (+ Pol), die

5 und 6 mm Dicken können nur mit Wechselstrom geschweisst werden. Für das Schweißen der Wurzeln sind vor allem die 3.25 und 4 mm Elektroden geeignet, das ist besonders wichtig beim Schweißen mit Gleichstrom auf + Pol, wo das Schweißen der Wurzeln in einer »V« Fuge bei Blechen unter 20 mm mit der 3.25 mm dicken Elektrode empfohlen wird.

Für das Schweißen der Kehlnähte sind am geeignetsten die 3.25 mm, 4 mm und 5 mm Elektroden, und für das Schweißen der dicken Bleche (über 15 mm) noch die Dicke 6 mm.

Die Schweisselektrode B-KOR-Tifon ist für das Schweißen der Feinkornstähle, der Konstruktionsstähle, der Kesselbau und Schiffbaustähle und von Stahlguss bestimmt. Dass beim Schweißen der Stähle welche zum Härten neigen (St 52 — 3, St 52 Cb) in der Übergangszone nicht das Härtegefüge mit einer martensitischen Struktur auftritt (ca 350—400 HV), müssen diese Stähle in mehr Lagen geschweisst werden (das Grundmaterial wird beim Schweißen der ersten Schweissraupen aufgewärmt). Die schwachgehärtete Übergangszone hat nach einer Mehrlagenschweißung bainitisches Gefüge mit einer Härte ca 280 HV. Der H_2 Gehalt unter 5 ml/100 g des Schweißgutes, chemische Zusammensetzung und gute mechanische Eigenschaften des Schweißgutes sind neben der schon erwähnten Vorzüge der Elektrode B-KOR-Tifon (einfaches schnelles, qualitatives und ökonomisches Schweißen) diejenigen Eigenschaften, welche dieser Elektrode einen sehr breiten Anwendungsbereich und der Industrie eine ökonomische und zeitgenössische Schweißart bieten.

SUMMARY

Research department of Jesenice Ironworks developed a new high quality special basic lined B-KOR Tifon electrode which is intended mainly for welding roots and making fillet welds in the direction from up downwards. The electrode welds well in the direction downwards in all the positions (horizontal and overhead) from vertical position to the inclined welding under angle 45° . In the horizontal welding position, if start of welding is horizontal, only one layer-root is advisable to be made with B-KOR Tifon electrode, but for overhead welding of the horizontal welding this electrode is unsuitable (hanging of the melt).

B-KOR Tifon electrode is used usually in combination with EVB 50 and EVB 60 electrodes. If necessary, root and two or three layers are welded by B-KOR Tifon electrode from up downwards and then »V« weld is filled with EVB 50 or EVB 60 electrode from down upward. B-KOR Tifon electrode is mainly a help which simplifies and makes welding cheaper (simple, fast and quality welding of roots

and angle welds from up downwards and very profitable welding of »V« welds — good melting of the root already at the opening angle 50° of the »V« weld).

Dimensions of B-KOR Tifon electrode $\varnothing 3.25$ and $\varnothing 4$ mm are suitable for welding with alternating and direct current (plus pole) while dimensions $\varnothing 5$ and $\varnothing 6$ mm are for welding only with alternating current. For root welding dimensions $\varnothing 3.25$ and $\varnothing 4$ mm are the most suitable, this is the most important in welding with direct current on the plus pole where it is advisable to weld flat roots prepared from thinner sheets (under 20 mm) with the electrode of $\varnothing 3.25$ mm. For angle welding dimensions $\varnothing 3.25$, $\varnothing 4$, and $\varnothing 5$ mm of electrodes and for welding thicker plates (over 15 mm) even $\varnothing 6$ mm are the most suitable.

B-KOR Tifon electrode is usable for welding of fine grained and structural steels, boiler and ship plates, and cast steel. In order not to obtain too hardened transition zone with martensitic structure and high hardnesses (about

350 to 400 HV) with the steels susceptible to hardening (St 52-3, St 52 Cb), these steels must be welded in more layers by the first layers the basic material is heated through — badly hardened zone has after more-layer welding bainitic structure with hardness about 280 HV.

Hydrogen content below 5 ml/100 g of weld, chemical purity and good mechanical properties of pure weld confirm already previously mentioned advantages of B-KOR Tifon electrodes. These properties give very wide usability of the electrode beside more profitable and more modern way of welding.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отделение лабораторных исследований металлургического завода Есенице (Zelezarna Jesenice) разработало новый, специальный электрод высокого качества с основной оболочкой B-KOR Tifon. Этот электрод предназначен главным образом для сварки угловых и основных частей конструкций в направлении сверху вниз. Способность сваривания этого электрода очень хорошее во всех положениях такого направления, т. е. в лежащем и вертикальном, при чём в вертикальном до положения сварки под углом от 45°. Если сварку ведут в лежащем положении а место сваривания находится также с горизонтальным положением то советуется с электродом B-KOR Tifon заварить только один слой; между тем сварка потолочным швом при которой плав висит на месте сваривания не рекомендуется с этим электродом.

Электрод B-KOR Tifon употребляют обыкновенно в комбинации с электродами EVB 50 и EVB 60 для основы; а если необходимо, то 2 или 3 слоя заваривают с электродом B-KOR Tifon в направлении сверху вниз. После этого выполняется сварной шов „V” с электродами EVB 50 или EVB 60 в направлении снизу в вверх.

Главное преимущество электрода B-KOR Tifon состоит в том, что благодаря несложности при употреблении, быстрой и качественной сварки основы и выполнению угловых швов в направлении сверху, вниз, весьма экономичной сварки вразруб, хорошей переплавки основы и разубного угла даже при 50°, этот электрод рекомендуется как весьма качественной вспомогательный материал.

Размер электрод B-KOR Tifon $\varnothing 3,25$ и $\varnothing 4$ мм в диаметре предпочитают для сварки с переменным и постоянным эл. током. С электродами $\varnothing 5$ и 6 мм надо выполнять сварку только с переменным током.

Для сварки основы самые подходящие диаметры $\varnothing 3,25$ и $\varnothing 4$ мм. Это имеет значение в особенности при сварки основы с постоянным эл. током на + полюс. В этом случае рекомендуется основы разубных швов приготовленных из тонкой жести (менее чем 20 мм) сваривать с электродом диаметра $\varnothing 3,25$ мм. Для сварки угловых швов (в) самые подходящие электроды $\varnothing 3,25$, $\varnothing 4$ и $\varnothing 5$ мм, а сварки толстой жести свыше 15 мм также электрод диаметра 6 мм.

Электрод B-KOR Tifon применяется для сварки мелкозернистой и конструкционной стали, котельных листов и стального литья. Чтобы при сварки стали марок которые имеют склонность к закаливанию (St 52—3, St 52 Cb) не наступило до появления сильно закалённого пояса переходной зоны мартенситной структуры и высокой твердости (прибл. 350—400 HV) применяется способ многослойной сварки при чём с первым основным слоем наступает перегрев материала а низко закалённый пояс переходной зоны переходит после следующий многослойной сварки в бейнитную структуру твердости прибл. 280 HV. Сварочный слой содержит менее чем 5 мл/100 гр. материала водорода; слой хорошего химического состава и механических свойств. Это удешевляет и упрощает сварку. Поэтому упомянутые свойства электрод B-KOR Tifon дают возможность широкого употребления этих электрод в промышленности для современной и экономической сварки.