



Spolufinancované z
programu Európskej únie
Erasmus+



Erasmus+

MODUL N

Zváranie elektrickým oblúkom pod tavivom



Zváranie elektrickým oblúkom pod tavivom

- Zváranie pod tavivom je v podstate zváranie elektrickým oblúkom, ktorý horí medzi holou elektródou neobmedzenej dĺžky a zváraným materiálom pod ochrannou vrstvou taviva.
- Jedná sa väčšinou o automatizovanú metódu.
- Metóda zvárania elektrickým oblúkom pod tavivom je v porovnaní so zváraním ručne obalenou elektródou, príp. zváranie TIG alebo MIG / MAG ďaleko výkonnejšie, tj. roztaví asi 2 až 5 krát viac kovu elektródy.



Výhody

- veľký prievar do základného materiálu,
- veľká prúdová hustota aj pri tenkých zväracích drôtoch,
- zvýšená kvalita zvarov,
- možnosť zmenšenia kútových zvarov až o 25% v porovnaní so zváraním ROE.



Nevýhody

- zvýšené nároky na prípravu zvarových plôch a ich čistotu, široká tepelne ovplyvnená oblasť (niekedy je naopak výhodou), skrytý zvarací proces a obtiažnosť jeho kontroly,
- možnosť zvarania len v polohách PA alebo PB podľa STN EN ISO6947,
- ťažké odstraňovanie trosky u viacvrstvových zvarov najmä pri zvaraní do úzkej medzery.

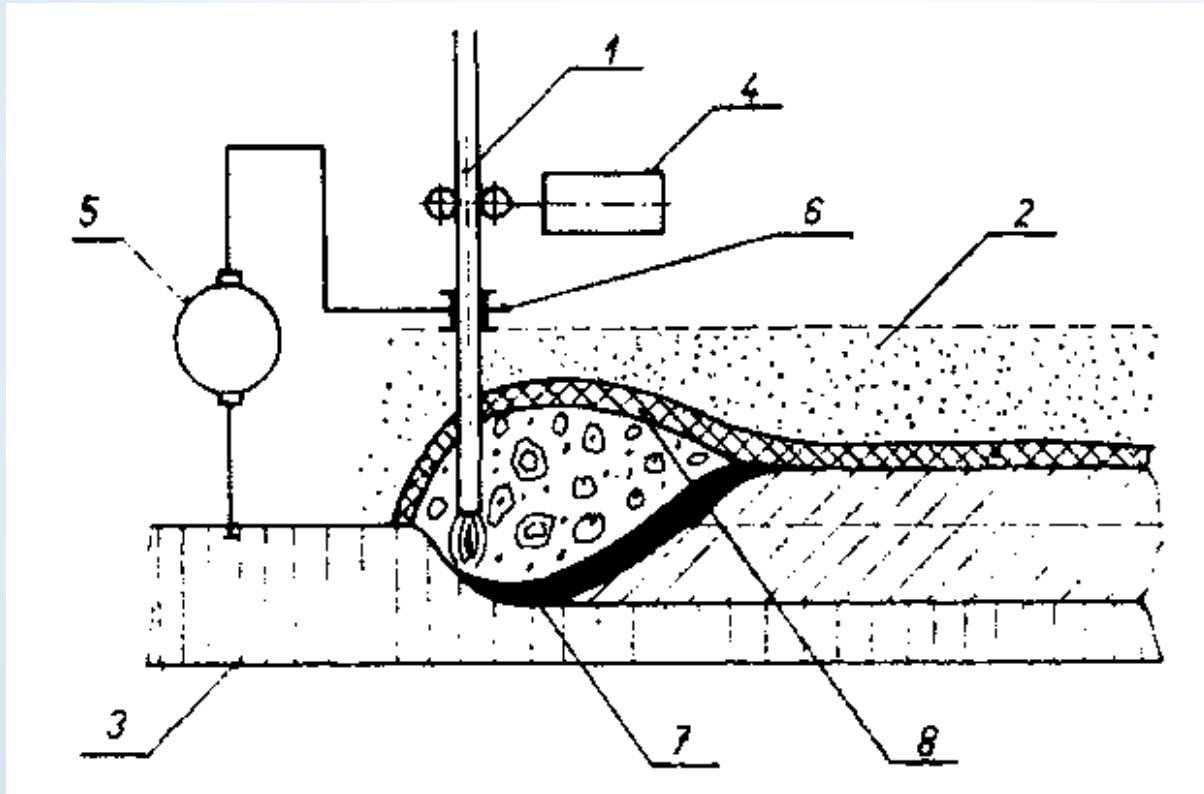


Charakteristika zvarovania pod tavivom

- minimálna ekonomická dĺžka zvaru: nad 1000 mm (u materiálov veľkej hrúbky menej),
- hrúbka zváraného materiálu: 3 mm až 100 mm i viac,
- zvarovací prúd 200 A až 2000 A,
- napätie na oblúku: 20 V až 50 V,
- zvaracia rýchlosť: 15 m / h až 120 m / h,
- druh prúdu: striedavý aj jednosmerný,
- priemer prídavného materiálu (drôtu): 2,0 mm až 8,0 mm.



Princíp zvárania pod tavivom



- 1 - zvarací drôt;
- 2 - tavivo;
- 3 - zvaraný materiál;
- 4 - podávač drôtu;
- 5 - zdroj prúdu;
- 6 - kontakt;
- 7 - roztavený zvarový kov;
- 8 - troska

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 210.



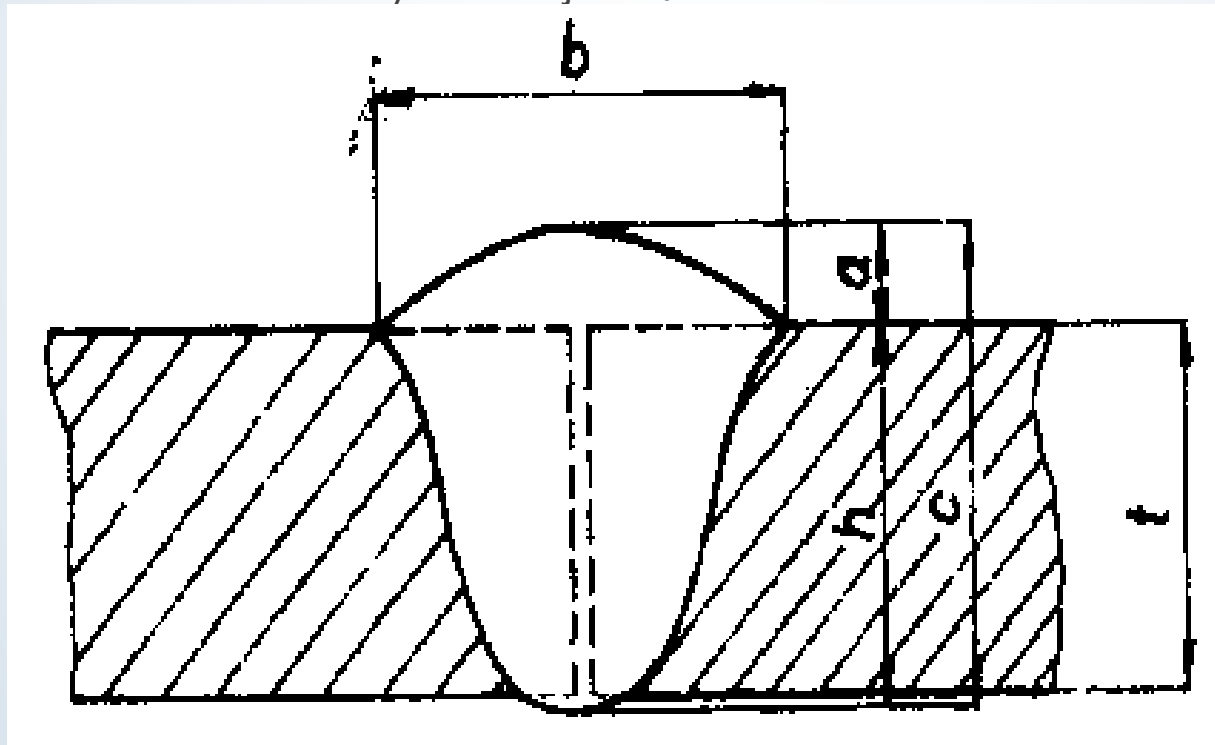
Technologické parametre zvárania pod tavivom

- Technologické parametre zvárania pod tavivom výrazne ovplyvňujú tvar priečného rezu zvarovej húsenice.



Charakteristické rozmery zvaru

► Súčiniteľ formy zvaru je b / h



b - šírka zvaru,
 a - prevýšenie zvaru,
 h - hĺbka prevarenia, $c = h + a$ -
celková výška húsenice

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 224.



Charakteristické rozmery zvaru

- Mechanické vlastnosti, štruktúra a chemické zloženie zvarového kovu závisí do značnej miery na súčiniteli tvaru zvaru b / h .
- Hlavný vplyv na rozmery a tvar zvaru má množstvo uvoľneného tepla v elektrickom oblúku, ktoré je funkciou zvaracieho prúdu, zvaracieho napätia a rýchlosti zvarania.



Hlavné parametre zvárania

- zvärací prúd I [A],
- napätie na oblúku U [V],
- rýchlosť zvárania V_s [m/hod].



Vedľajšie parametre zvarovania

- priemer zvaracieho drôtu [mm],
- sklon elektródy [°],
- sklon základného materiálu [°],
- vyloženie zvaracieho drôtu [mm],
- charakter zvaracieho prúdu a jeho polarita,
- vlastnosti taviva.

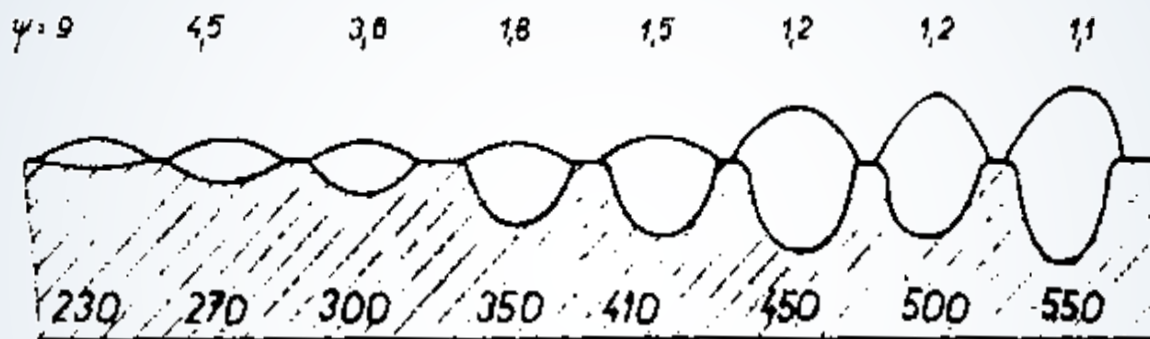


Vplyv zväracieho prúdu I [A]

- Intenzita zväracieho prúdu je priamo závislá na množstve nataveného kovu.
- Jej zvyšovaním, pri zachovaní ostatných podmienok, sa zvyšuje prúdová hustota a koncentrácia tepla v stĺpci elektrického oblúka.
- Zároveň sa zvyšuje aj dynamický účinok elektrického oblúka, preto je prievar do zväraného materiálu hlbší a súčiniteľ tvaru zvaru je menší.
- Jednotlivé prierezy zvarov v závislosti na zvyšovaní intenzity zväracieho prúdu sú nasledovné:



Zmena tvaru zvaru v závislosti na zvyšovaní zvaracieho prúdu



- Zvyšovanie intenzity prúdu má vplyv aj na tavenie prídavného materiálu.
- So zvyšujúcou intenzitou prúdu prevýšenie húsenice narastá, kde ale šírka húsenice zostáva prakticky rovnaká a s rastúcou intenzitou zvaracieho prúdu sa nemení.
- Hĺbka prievaru je preto priamo úmerná zvaraciemu prúdu.

AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001. s. 225.

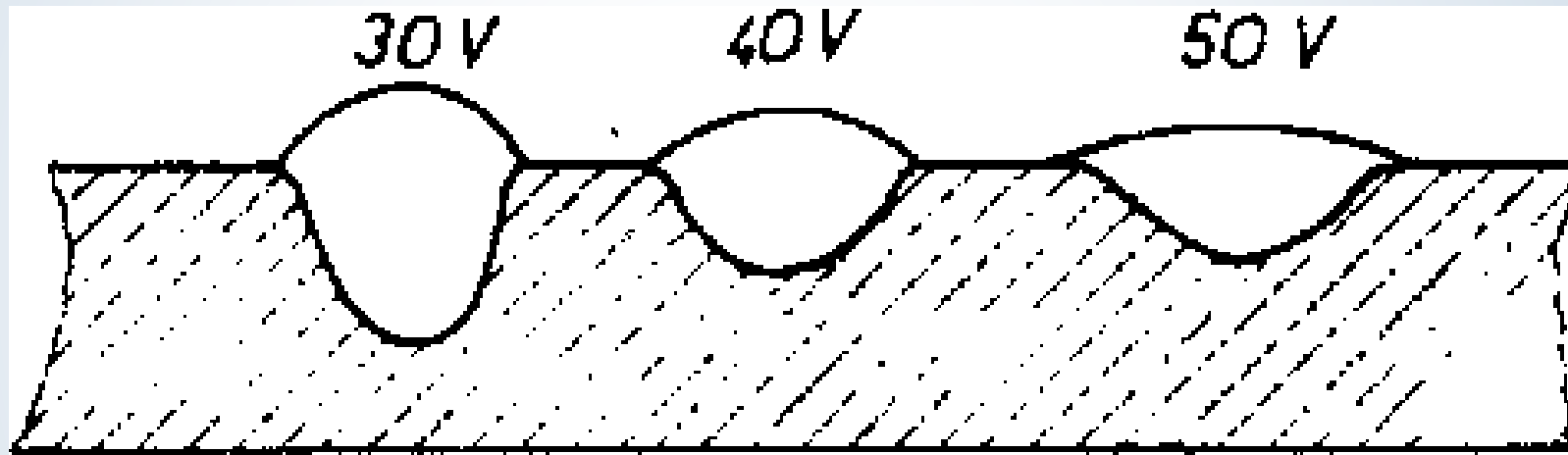


Vplyv zváracieho napätia U [V]

- Oblúkový stípec sa predlžuje s tým, ako sa zväčšuje napätie, preto teplo, ktoré sa vytvorí v oblúku, zahrieva väčšiu plochu zváraného materiálu, a preto sa hĺbka pretavenia znižuje a šírka húsenice sa zväčšuje.
- Zváracie napätie sa prakticky určuje v závislosti na veľkosti zváracieho prúdu vždy tak, aby sa dosiahol vyhovujúci súčiniteľ tvaru zvaru.



Vplyv veľkosti napätia na zmenu formy zvaru



KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUŠ, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011. s. 115.



Vplyv rýchlosti zvarovania V_s [m/hod]

- Rýchlosťou zvarovania nazývame postupnú rýchlosť vytvárania zvarovej húsenice.
- Pri konštantnom zvaracom napätí a zvaracom prúde sa so zmenou rýchlosti zvarovania mení množstvo tepla, vyvinuté v elektrickom oblúku pripadajúci na jednotkovú dĺžku zvaru.
- Zmena rýchlosti zvarovania pôsobí aj na zmenu smeru elektrického oblúka a rozdelenie dynamických síl v oblúku (jeho vertikálne a horizontálne zložky).



Vplyv rýchlosti zvárania V_s [m/hod]

- Pri veľmi malej rýchlosti zvárania (do 10 m/hod) elektrický oblúk horí skoro kolmo, pretože horizontálna zložka dynamickej sily, ktorou je najviac vytláčaný tekutý kov spod elektrického oblúka je zanedbateľná, a preto pretavenie základného materiálu je značné (rastie).
- Ďalším zväčšovaním rýchlosti zvárania sa začína nakláňať oblúkový stĺpec a začínajú pôsobiť zložky dynamickej sily oblúka tak, že sa znižuje pretavenie základného materiálu a zväčšuje sa návar zvaru.
- Pri medzných (vysokých) rýchlostiach zvárania môžu vzniknúť neprievary po stranách húsenice a zvarací proces prebieha veľmi nestabilne.



Zdroje prúdu pre zváranie pod tavivom

- Používajú sa zdroje jednosmerného aj striedavého prúdu prevažne s plochou charakteristikou.
- Transformátory sú vhodné pre neutrálne a kyslé tavivá alebo mnohodrôtové zvaracie zariadenie.
- Pre bázické taviva je vhodnejšie jednosmerný prúd s kladným pólom na elektróde.
- Vzhľadom k tomu, že sa dĺžka oblúka počas zvárania môže (napr. v dôsledku nerovností) meniť, je nutné zvarací proces regulovať tak, aby sa výkyvy dĺžky oblúka eliminovali.



Spôsoby regulácie

- regulácia plochou charakteristikou zväracieho zdroja (tzv. samoregulácia),
- regulácia pomocou Ward - Leonardove zariadenia,
- automatická elektronická regulácia,
- regulácia magnetickými zosilňovačmi.



Návrh zvarového spoja

- Tvar a typ zvarového spoja určuje hrúbka zváraného materiálu, orientačne možno využiť normu STN EN 29692.
- Tupé spoje až do hrúbky 15 mm je možné zvarať jednostranne, pri väčších hrúbkach je treba zvarať z oboch strán.
- Pre veľké zvárané hrúbky sa používa zváranie do úzkej medzery, ktoré je výhodné najmä preto, že podstatne skracuje dobu zvárania, znižuje spotrebu prídavného materiálu a znižuje napätie a deformácie zvarenca.
- Pre zachytenie sypkého taviva na začiatku zvárania a roztaveného zvarového kovu a tavivá v jeho priebehu sa používa niekoľko typov podložiek.



Typy podložiek, príp. konštrukčných usporiadaní:

- zváranie na medenej alebo keramickej podložke,
- zváranie na technologickej alebo oceleovej podložke,
- zváranie na tavivovej podložke,
- zváranie na zámok,
- zváranie s ručne podloženým koreňom.



Prídavné materiály pre zváranie

- ▶ Do prídavných materiálov pre zváranie pod tavivom počítame ako elektródy, tak tavivá.
- ▶ Elektródy sú vo forme drôtov (zvyčajne s priemerom 2 mm až 5 mm, pre spojovacie zvary nelegovaných a jemnozrnných ocelí, STN EN 756), plnených drôtov (pre nehrdzavejúce a tvrdé návary STN EN 12 073) alebo ako pásy (pre nehrdzavejúce návary STN EN 12 072) alebo plnené pásy pre tvrdé návary .
- ▶ Vzhľadom k tomu, že sortiment normalizovaných drôtov pre zváranie pod tavivom (najmä pre zváranie legovaných ocelí) je nedostatočný a nestačí kryť potreby priemyslu, vyrába sa rad drôtov, ktoré nie sú normalizované.



Tavivá

- Uvedené v STN EN 760.
- Podľa účelu ich môžeme rozdeliť na taviva
 - neutrálne,
 - aktívne
 - legujúce



Tavivá

- ▶ neutrálne
 - ▶ Sú určené pre viacvrstvové zvarovania bez obmedzenia hrúbky s vhodnými typmi drôtov.
 - ▶ Legujúceho prvky, predovšetkým Si a Mn sú prísne obmedzené preto, aby chemické zloženie zvarovaného kovu bolo rovnaké vo všetkých vrstvách,
- ▶ aktívne
 - ▶ dodávajú do zvarového kovu významný podiel Si ako desoxidantu a Mn ako legujúceho prvku.
 - ▶ používajú sa predovšetkým pre jednovrstvové zvary,
- ▶ legujúce
 - ▶ dodávajú do zvarového kovu legúry (C, Cr, Si, Mn ai.), pri použití v kombinácii s nelegovanými drôtmi.



Delenie tavív podľa výroby

- ▶ tavené - vyrábané v elektrických oblúkových peciach (tavivo vhodné pre nelegované materiály),
- ▶ aglomerované (keramické) - vyrábané z práškových komponentov a spájané vodným sklom. Tavivá s presne daným chemickým zložením vhodné pre legované materiály a pre navarovanie,
- ▶ sintrované - získané aglomeráciou z práškových komponentov za pôsobenie tlaku. Vhodné pre legované materiály a pre zváranie do úzkeho skosenia z dôvodu dobrej odstrániteľnosti trosky.



Delenie tavív podľa chemického zloženia

- Mangán - silikátový (MS), zirkón - silikátový (ZS), rutil - silikátový (RS), kalcium - silikátový (CS) a Alumina - silikátová (AS)
- Alumina - bázická (AB), Alumina - fluorid - bázická (AF) a Alumina - rutilová (AR)
- Fluorid - bázický (FB)

- Zrornosť tavív sa pohybuje medzi 0,25 mm - 2,5 mm.
- Predovšetkým aglomerované (keramické) a sintrované tavivá sú hygroskopické a musia sa pred použitím sušiť - 2 hod. pri teplote 300 ° C.

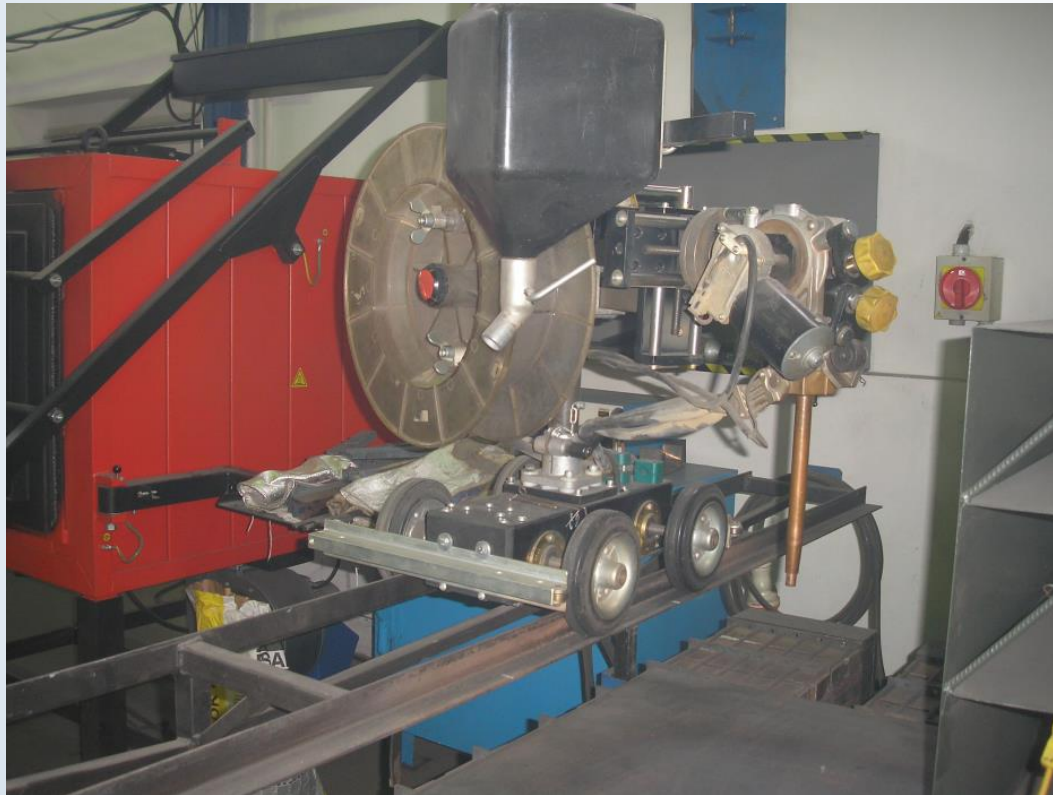


Použitie zvarovania pod tavivom

- Zvarovanie pod tavivom je špecifický typ zvarovania, je možné ho použiť od malých hrúbok materiálu až k hrúbkam väčším ako 50 mm (tam sa využívajú špecifické úpravy plôch pre zvarovanie - zvarovanie do úzkeho skosenia).
- Použitie tohto zvarovania v praxi je veľmi rozmanité od výroby rôznych zložitých konštrukcií, tlakových nádob až po navarovanie vysoko legovaných ocelí.



Zariadenie na zváranie pod tavivom





Otázky na zamyslenie

1. Aký je princíp metódy zvarania pod tavivom?
2. Od akej hrúbky sa zvyčajne používa metóda zvarania pod tavivom?
3. Kde sa využíva metóda zvarania pod tavivom?
4. Aké sú hlavné parametre pri zvaraní pod tavivom?
5. Čo je charakteristické pre zvaranie pod tavivom?
6. Ktoré prídavné materiály sa používajú pri zvaraní pod tavivom?
7. Aká taviva sa využívajú pri zvaraní pod tavivom?



Doporučená literatura a informačné zdroje

- ▶ AMBROŽ, O. A KOL. *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. Ostrava: ZEROSS, 2001, 395 s. Svařování. ISBN 80-85771-81-0.
- ▶ BERNASOVÁ, E. A KOL. *Svařování*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987. ISBN 04-221-88.
- ▶ KUBÍČEK, J. DANĚK, L. KANDUS, B. *Technologie svařování a zařízení. Učební texty pro kurzy svařovacích inženýrů a technologů*. Plzeň: ŠKODA WELDING, s. r. o., 2011, 242 s.