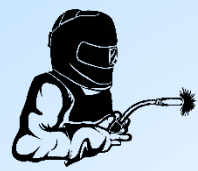




Spolufinancované z
programu Európskej únie
Erasmus+



Erasmus+

MODUL J

Elektródy pre ručné zváranie elektrickým oblúkom

Ručné zváranie obalenou elektródou



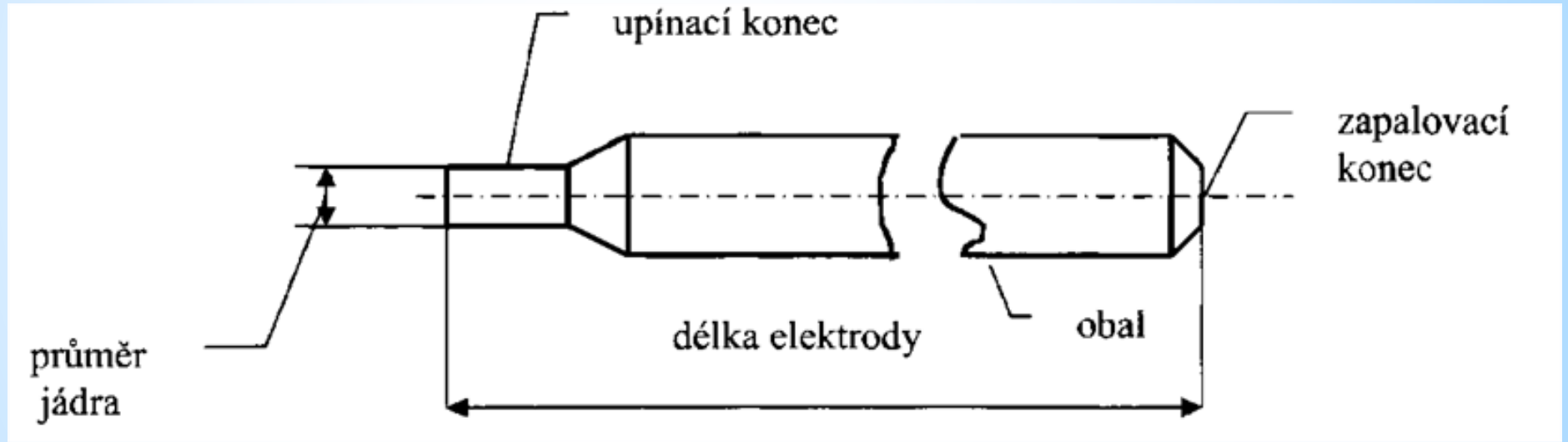
Ručné zváranie obalenou elektródou

- Ručné zváranie obalenou elektródou je zváracia metóda, ktorou možno zvärať v podstate všetky materiály vo všetkých polohách zväracím prúdom 10 A až 2000 A, s napätím 10 V až 50 V.
- Teplota oblúka je približne 5 000 ° C.
- Zvára jednosmerným prúdom s polaritou priamou aj obrátenou, aj prúdom striedavým pomocou zdroja so strmou voltampérovou charakteristikou.
- Zváranie obalenou elektródou bola donedávna najpoužívanejšia zváracia technológia.
- Charakteristickým znakom je použitie obalených elektród akostný prídavného materiálu, ktorý poskytuje veľmi akostné zvarový kov s požadovaným chemickým zložením.



Obalená elektróda

- ▶ Hlavné časti obalenej elektródy





Obalená elektróda

- ▶ Základom obalenej elektródy je kovová tyčinka, tzv. jadro elektródy, na ktoré je nanosená obalová hmota.
- ▶ Základnou úlohou obalu je uľahčiť zváranie, formovať zvarovú húsenicu, zlepšovať akosť zvaru z hľadiska metalurgického a zvyšovať produktivitu zvárania.
- ▶ Aby obal splnil všetky požiadavky, musí obsahovať tieto látky:
 - ▶ troskotvorné - kyslé (SiO_2), alebo zásadité (CaO , MgO), prípadne chemicky neaktívne (rutil - TiO_2).
 - ▶ troska reaguje so zvarovým kovom rovnako ako troska elektrickej oblúkovej pece.
 - ▶ okrem toho kryje zvarovú húsenicu, chráni ju pred účinkom vonkajšej atmosféry a spomaľuje tuhnutie zvarového kovu a tým umožní únik plynov zo zvaru.
 - ▶ troskotvorné látky sú rozhodujúce pre vlastnosti elektródy.



Troskotvorné látky a legujúce prísady:

- a) Rafinačné látky majú za úlohu detoxikovať zvarový kov. Používa sa najmä feromangán, ferosilícium a ferotitan. Vzniknuté oxidy nemajú byť rozpustné vo zvarovom kove a majú prechádzať do trosky.
- b) Legovacie prísady v obale umožňujú hospodárnu výrobu špeciálnych elektród, ktoré poskytujú zvarový kov s chemickým zložením úplne odlišným od zloženia jadra.
- c) Plynotvorné prísady sa v oblúku spaľujú a vytvárajú dostatočné množstvo plynov, ktoré vytlačujú vzduch z miesta zvarovania a chránia tak roztavený kov pred priamym stykom so vzduchom.
- d) Ionizačné prísady sú prvky, ktoré majú nízku ionizačnú energiu. Uľahčujú zapálenie oblúka a zaručujú jeho pokojné horenie.
- e) Viazúce látky musia zabezpečiť pevnosť, súdržnosť a pružnosť obalu.



Podľa zloženia obalu rozdeľujeme elektródy na

- ▶ stabilizačné,
- ▶ rutilové (označ. R alebo RR),
- ▶ rutil-celulózové (RC),
- ▶ rutil-kyslé (RA),
- ▶ rutil-bázické (RB),
- ▶ kyslé (A),
- ▶ bázické (B),
- ▶ celulózové (C).

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. s. 110.



Elektródy

- ▶ Katalógy výrobcov prídavných materiálov priradujú vyrábané elektródy konkrétnym skupinám zváraných materiálov, ako napr.: elektródy pre zváranie nelegovaných a nízkolegovaných ocelí, elektródy pre liatinu, neželezné kovy atď.
- ▶ Každý výrobca elektród volí pre označovanie elektród svoj špecifický systém.
- ▶ Zlepšenie orientácie pri výbere elektród prináša nový systém klasifikácie elektród podľa STN EN ISO 2560.



Výroba obalených elektród

- ▶ Výrobu obalených elektród možno rozdeliť na tri etapy:
 - ▶ prípravu jadra,
 - ▶ prípravu obalovej zmesi,
 - ▶ nanosenie tejto zmesi na jadro.



Výroba obalených elektród

- ▶ Příprava jádra spočívá v řázení polotovaru (valcovaného drôtu) v prievlaku na presný rozmer (rad priemerov je 1,6 mm - 2,0 mm - 2,5 mm - 3,2 mm - 4,0 mm - 5,0 mm - 6,3 mm a 8 mm).
- ▶ Drôt sa ďalej rovná, čistí a strihá na určenú dĺžku 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, alebo 450 mm, obalová zmes je tvorená niekoľkými komponentami, najmä:
 - a) rudominerálnymi surovinami, ako sú kazivec, vápenec, dolomit, živec,*
 - b) ferozliatinami - feromangán, ferosilícia, ferotitan a ferowolfram,*
 - c) chemikáliami - sódou, vodným sklom atď.,*
 - d) organickými látkami - celulórou, škrobom, múkou, rašelinou atď.*

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. s. 111.



Výroba obalených elektród

- ▶ Podľa receptúry sa jednotlivé komponenty nadávajú, homogenizujú a pomocou spojiva sa vytvorí hustá cestovitá (alebo v prípade máčaných elektród kašovitá) hmota.
- ▶ Obal sa na jadro vo väčšine prípadov nanáša lisovaním v špeciálnych lisoch.
- ▶ Obalová hmota sa na jadro lisuje v dyhe pri tlaku asi 160 MPa pri vysokej rýchlosti asi 18 ks elektród za sekundu.
- ▶ Potom nasleduje brúsenie upínacieho a zapalovacieho konca elektródy, sušenie v peci po dobu 2 až 6 hodín pri teplote 200 ° C do 400 ° C.
- ▶ Vysušené a vychladnuté elektródy sa farebne značia na čele jadra na upínacom konci, potlačujú sa a balia do škatúl a kartónov.
- ▶ Iba vo výnimočných prípadoch pri výrobe niektorých špeciálnych elektród a pri malom počte sa ešte používa máčanie a sušenie.



Podľa pomeru priemeru elektródy (obalu) a priemeru jadra delíme elektródy na:

- ▶ tenko balené, kde D / d je $< 1,2$,
- ▶ stredne hrubo balené, kde D / d je 1,2 až 1,45,
- ▶ hrubo balené, kde D / d je 1,45 až 1,8 a
- ▶ veľmi hrubo balené, kde D / d je $> 1,8$.



Elektródy

- ▶ Náhodnou vizuálnou kontrolou môžu byť zistené niektoré vady obalu.
- ▶ Povrch elektród musí byť súvislý, na povrchu obalu sú prípustné iba vady, ako sú odreniny, otlaky a pozdĺžne ryhy do hĺbky maximálne jednej štvrtiny hrúbky obalu.
- ▶ Prípustné sú tiež pozdĺžne trhliny do dĺžky maximálne päťnásobku priemeru jadra, je daná aj najmenšia možná vzdialenosť medzi nimi.
- ▶ Kontroluje sa tiež excentricita obalu, ktorá pri väčších hodnotách, ako sú hodnoty prípustné, spôsobuje nerovnomerné odtavovanie elektródy.



Zásady pre skladovanie a sušenie elektród

- Skladovaniu a sušeniu elektród je potrebné venovať osobitnú pozornosť, pretože porušenie predpísaných požiadaviek sa bezprostredne negatívne prejaví v kvalite zvarového kovu.
- Elektródy sa skladujú v suchých a dobre vetraných priestoroch v pôvodných neporušených obaloch pri najnižšej povolenej teplote +10 ° C a maximálnej relatívnej vlhkosti 50 %.
- Výška stohu môže byť len taká, aby sa hmotnosťou navršiených elektród neporušili elektródy v spodných vrstvách.
- Navlhnuté elektródy je nutné vysušovať podľa odporúčaní výrobcu.



Odporúčané schémy sušenia

obal	režim sušenia
bázický	100 ° C / 1 hod., 350 ° C až 400 ° C / 2 hod.
kyslý	120 ° C až 150 ° C / 2 hod.
rutilový	až 120 ° C / 2 hod.

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. s. 112.



Zásady pre skladovanie a sušenie elektród

- ▶ Vlhkosť obalu nepriaznivo ovplyvňuje obsah vodíka vo zvarovom kove.
- ▶ U sušených elektród sa uvádza obsah 15 cm³ vodíka v 100 g zvarového kovu.
- ▶ Vodík potom zo zváraného kovu difunduje do tepelne ovplyvnenej oblasti, ktorá krehne.
- ▶ Vlhkosť obalu sa najvýraznejšie prejavuje u elektród bázických.



Požiadavky na elektródy

- ▶ Elektródy musia spĺňať požiadavky na mechanické vlastnosti zvarového kovu a súčasne musia mať aj zodpovedajúce operatívne vlastnosti. Medzi operatívne vlastnosti elektród patria predovšetkým:
 - ▶ vhodnosť elektródy pre prácu v rôznych zvaracích polohách, ovládateľnosť oblúku a zvarového kúpeľa v týchto polohách,
 - ▶ spôsob odtavovania elektród a prechod kovu do tavného kúpeľa,
 - ▶ vlastnosti a množstvo trosky, plynov atď.



Pri voľbe elektródy je nutné brať do úvahy predovšetkým tieto aspekty:

- ▶ vlastnosti základného materiálu,
- ▶ veľkosť a druh namáhania zvarenca a jednotlivých zvarov,
- ▶ požiadavky kladené na zvar,
- ▶ polohu zvárania,
- ▶ nutnosť ďalšieho spracovania zvarenca, druh a hodnotu zváracieho prúdu, cenu a hospodárnosť.



Označovanie elektród

- Elektródy sa značia podľa normy STN EN 499.
- Elektródy sa v súčasnej dobe značia podľa medze klzu, medze pevnosti a ťažnosti.
- Značenie elektród podľa tejto normy má časť záväznú, tá má 5 údajov a časť nepovinnú, tá má 8 údajov.
- V záväznej časti sa uvádza druh výrobku, pevnosť, ťažnosť, chemické zloženie a druh obalu.



Označenie elektród na obale





Označenie elektród na obale





Technológia zvarania obalenou elektródou

- ▶ Zváranie obalenou elektródou je jedna z najpoužívanejších metód využívaná pre jednoduché nastavenie zvaracích parametrov, ďalej touto metódou je možné zvarať vo všetkých polohách.
- ▶ Zvarací prúd zvarač spravidla nastavuje podľa odporúčania výrobcu uvedeného na krabici.



Technológia zvárania obalenou elektródou

- ▶ Ak nie sú odporúčania k dispozícii, riadi sa empirickými hodnotami:
 - ▶ pre elektródy s kyslým a rutilovým obalom je zvärací prúd I (A) $I = (40 \text{ až } 55) \cdot d$,
 - ▶ pre elektródy s bázickým obalom $I = (35 \text{ až } 50) \cdot d$, kde d je priemer jadra elektródy.



Technológia zvárania obalenou elektródou

- ▶ Napätie zvärač nenastavuje, je dané statickou charakteristikou oblúka.
- ▶ Pri zváraní je potrebné viesť elektródu a oblúk tak, aby bola elektróda mierne sklonená proti zvarovej húsenici, aby roztavená troska nepredbiehala elektrický oblúk a netvorila troskovej dutinky vo zvarovom kove.
- ▶ Dĺžka oblúka zodpovedá zhruba priemeru jadra elektródy.
- ▶ Na konci zvarovej húsenice nesmie byť staženina, tj. na konci húsenice je preto nutné ešte pridať určité množstvo tekutého kovu.
- ▶ Toho sa docieli zatočením alebo drobným krokom oblúka späť.



Špeciálne zváranie elektrickým oblúkom

- K týmto technikám patrí predovšetkým impulzné zváranie (používa sa hlavne u metód MIG a MAG).



Otázky na zamyslenie

1. Akú funkciu má obal elektródy a aké látky obsahuje?
2. Vysvetlite, prečo sa pri ručnom zváraní elektrickým oblúkom používajú zvaracie zdroje s plochou statickou charakteristikou.
3. Zdôvodnite dôležitosť sušenia elektród.
4. Aké sú limity teploty a vlhkosti pre skladovanie elektród?
5. Aké hľadiská zohľadňujeme pri voľbe elektródy?



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. 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.