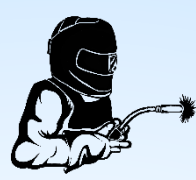




Spolufinancováno
z programu Evropské unie
Erasmus+



Erasmus+

MODUL J

Elektrody pro ruční svařování elektrickým obloukem

Ruční svařování obalenou elektrodou



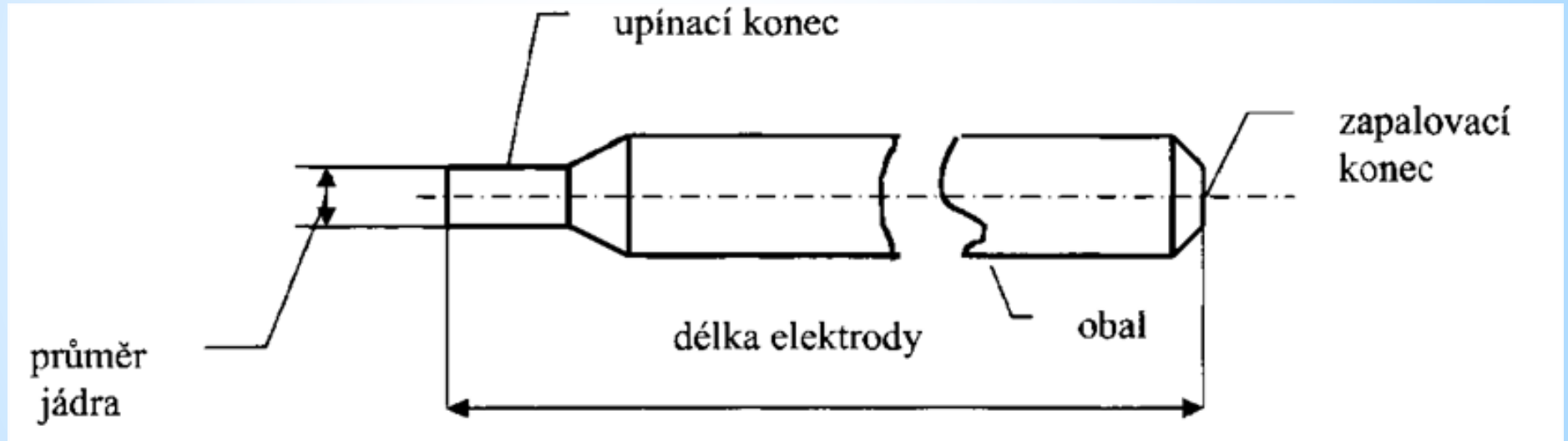
Ruční svařování obalenou elektrodou

- Ruční svařování obalenou elektrodou je svařovací metoda, kterou lze svařovat v podstatě všechny materiály ve všech polohách svařovacím proudem 10 A až 2000 A, s napětím 10 V až 50 V.
- Teplota oblouku je přibližně 5 000 °C.
- Svařuje se stejnosměrným proudem s polaritou přímou i obrácenou, i proudem střídavým pomocí zdroje se strmou voltampérovou charakteristikou.
- Svařování obalenou elektrodou bylo donedávna nejpoužívanější svařovací technologií.
- Jeho charakteristickým znakem je použití obalených elektrod jako přídavného materiálu, který poskytuje velmi jakostní svarový kov o požadovaném chemickém složení.



Obalená elektroda

- ▶ Hlavní části obalené elektrody





Obalená elektroda

- ▶ Základem obalené elektrody je kovová tyčinka, tzv. jádro elektrody, na které je nanesena obalová hmota.
- ▶ Základním úkolem obalu je usnadňovat svařování, formovat svarovou housenku, zlepšovat jakost svaru z hlediska metalurgického a zvyšovat produktivitu svařování.
- ▶ Aby obal splnil všechny požadavky, musí obsahovat tyto látky:
 - ▶ Struskotvorné – kyselé (SiO_2), nebo zásadité (CaO , MgO), případně chemicky neaktivní (rutil – TiO_2).
 - ▶ Struska reaguje se svarovým kovem stejně jako struska elektrické obloukové pece.
 - ▶ Kromě toho kryje svarovou housenku, chrání ji před účinkem vnější atmosféry a zpomaluje tuhnutí svarového kovu a tím umožňuje unikání plynů ze svaru.
 - ▶ Struskotvorné látky jsou rozhodující pro vlastnosti elektrody.



Struskotvorné látky a legující přísady:

- a) Rafinační látky mají za úkol dezoxidovat svarový kov. Používá se zejména feromangan, ferosilicium a ferotitan. Vzniklé oxidy nemají být rozpustné ve svarovém kovu a mají přecházet do strusky.
- b) Legující přísady v obalu umožňují hospodárnou výrobu speciálních elektrod, které poskytují svarový kov o chemickém složení zcela odlišném od složení jádra.
- c) Plynotvorné přísady se v oblouku spalují a vytváří dostatečné množství plynů, které vytlačují vzduch z místa svařování a chrání tak roztavený kov před přímým stykem se vzduchem.
- d) Ionizační přísady jsou prvky, které mají nízký ionizační potenciál. Usnadňují zapálení oblouku a zaručují jeho klidné hoření.
- e) Pojivé látky musí zajistit pevnost, soudržnost a pružnost obalu.



Podle složení obalu rozdělujeme elektrody na

- ▶ stabilizační,
- ▶ rutilové (označ. R nebo RR),
- ▶ rutil-celulozové (RC),
- ▶ rutil-kyselé (RA),
- ▶ rutil-bazické (RB),
- ▶ kyselé (A),
- ▶ bazické (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.



Elektrody

- ▶ Katalogy výrobců přídavných materiálů přiřazují vyráběné elektrody konkrétním skupinám svařovaných materiálů, jako např.: elektrody pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí, elektrody pro litinu, neželezné kovy atd.
- ▶ Každý výrobce elektrod volí pro označování elektrod svůj specifický systém.
- ▶ Zlepšení orientace při výběru elektrod přináší nový systém klasifikace elektrod podle ČSN EN ISO 2560.



Výroba obalených elektrod

- ▶ Výrobu obalených elektrod lze rozdělit na tři etapy:
 - ▶ přípravu jádra,
 - ▶ přípravu obalové směsi,
 - ▶ nanesení této směsi na jádro.



Výroba obalených elektrod

- ▶ Příprava jádra spočívá v tažení polotovaru (válcovaného drátu) v průvlaku na přesný rozměr (řada průměrů 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).
- ▶ Drát se dále rovná, čistí a stříhá na určenou délku 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, nebo 450 mm, obalová směs je tvořena několika komponentami, zejména:
 - a) rudominerálními surovinami, jako jsou kazivec, vápenec, dolomit, živec,*
 - b) feroslitinami – feromanganem, ferosiliciem, ferotitanem a ferowolframem,*
 - c) chemikáliemi – sodou, potašem, vodním sklem atd.,*
 - d) organickými látkami – celulózou, škrobem, moukou, rašelinou atd.*

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 elektrod

- ▶ Podle receptury se jednotlivé komponenty nadávkuje, homogenizují a pomocí pojiva se vytvoří hustá těstovitá (nebo v případě máčených elektrod kašovitá) hmota.
- ▶ Obal se na jádro v naprosté většině případů nanáší lisováním ve speciálních lisech.
- ▶ Obalová hmota se na jádro lisuje v dýze při tlaku asi 160 MPa při vysoké rychlosti asi 18 ks elektrod za sekundu.
- ▶ Potom následuje broušení upínacího a zapalovacího konce elektrody, sušení v peci po dobu 2 až 6 hodin při teplotě 200 °C až 400 °C.
- ▶ Vysušené a vychladlé elektrody se barevně značí na čele jádra na upínacím konci, potiskují se a balí do krabic a kartonů.
- ▶ Pouze ve výjimečných případech při výrobě některých speciálních elektrod a při malém počtu se ještě používá máčení a sušení.



Podle poměru průměru elektrody (obalu) a průměru jádra dělíme elektrody na:

- ▶ tence balené, kde D/d je $< 1,2$,
- ▶ středně tlustě balené, kde D/d je $1,2$ až $1,45$,
- ▶ tlustě balené, kde D/d je $1,45$ až $1,8$ a
- ▶ velmi tlustě balené, kde D/d je $>1,8$.



Elektrody

- ▶ Namátkovou vizuální kontrolou mohou být zjištěny některé vady obalu.
- ▶ Povrch elektrod musí být souvislý, na povrchu obalu jsou přípustné pouze vady, jako jsou odřeniny, otlaky a podélné rýhy do hloubky maximálně jedné čtvrtiny tloušťky obalu.
- ▶ Přípustné jsou také podélné trhliny do délky maximálně pětinásobku průměru jádra, je dána i nejmenší možná vzdálenost mezi nimi.
- ▶ Kontroluje se také excentricita obalu, která při větších hodnotách, než jsou hodnoty přípustné, způsobuje nerovnoměrné odtavování elektrody.



Zásady pro skladování a sušení elektrod

- Skladování a sušení elektrod je nutno věnovat zvláštní pozornost, neboť porušení předepsaných požadavků se bezprostředně negativně projeví v kvalitě svarového kovu.
- Elektrody se skladují v suchých a dobře větraných prostorách v původních neporušených obalech při nejnižší povolené teplotě +10 °C a maximální relativní vlhkosti 50 %.
- Výška stohu může být jen taková, aby se hmotností navršených elektrod neporušily elektrody ve spodních vrstvách.
- Navlhlé elektrody je nutno vysušovat podle doporučení výrobce.



Doporučené režimy sušení

Obal	Režim sušení
Bazický	100 °C/1 hod., 350 °C až 400 °C/2 hod.
Kyselý	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 pro skladování a sušení elektrod

- ▶ Vlhkost obalu nepříznivě ovlivňuje obsah vodíku ve svarovém kovu.
- ▶ U sušených elektrod se uvádí obsah 15 cm³ vodíku ve 100 g svarového kovu.
- ▶ Vodík pak ze svarového kovu difunduje do tepelně ovlivněné oblasti, která křehne.
- ▶ Vlhkost obalu se nejvýrazněji projevuje u elektrod bazických.



Požadavky na elektrody

- ▶ Elektrody musí splňovat požadavky na mechanické vlastnosti svarového kovu a současně musí mít i odpovídající operativní vlastnosti. Mezi operativní vlastnosti elektrod patří především:
 - ▶ vhodnost elektrody pro práci v různých svařovacích polohách, ovladatelnost oblouku a svarové lázně v těchto polohách,
 - ▶ způsob odtavování elektrod a přechod kovu do tavné lázně,
 - ▶ vlastnosti a množství strusky, plynů atd.



Při volbě elektrody je nutno brát v úvahu především tato hlediska:

- ▶ vlastnosti základního materiálu,
- ▶ velikost a druh namáhání svařence a jednotlivých svarů,
- ▶ požadavky kladené na svar,
- ▶ polohu svařování,
- ▶ nutnost dalšího zpracování svařence, druh a hodnotu svařovacího proudu, cenu a hospodárnost.



Označování elektrod

- ▶ Elektrody se značí podle normy ČSN EN 499.
- ▶ Elektrody se v současné době značí podle meze kluzu, meze pevnosti a tažnosti.
- ▶ Značení elektrod podle této normy má část závaznou, ta má 5 údajů a část nepovinnou, ta má 8 údajů.
- ▶ V závazné části se uvádí druh výrobku, pevnost, tažnost, chemické složení a druh obalu.



Označení elektrod na obalu





Označení elektrod na obalu





Technologie svařování obalenou elektrodou

- ▶ Svařování obalenou elektrodou je jedna z nejpoužívanějších metod využívaná pro snadné nastavení svařovacích parametrů, dále touto metodou je možno svařovat ve všech polohách.
- ▶ Svařovací proud svářeč zpravidla nastavuje podle doporučení výrobce uvedeného na krabici.



Technologie svařování obalenou elektrodou

- ▶ Pokud nejsou doporučení k dispozici, řídí se empirickými hodnotami:
 - ▶ pro elektrody s kyselým a rutilovým obalem je svařovací proud I (A) $I = (40 \text{ až } 55) \cdot d$,
 - ▶ pro elektrody s bazickým obalem $I = (35 \text{ až } 50) \cdot d$, kde d je průměr jádra elektrody.



Technologie svařování obalenou elektrodou

- ▶ Napětí svářeč nenastavuje, je dáno statickou charakteristikou oblouku.
- ▶ Při svařování je třeba vést elektrodu a oblouk tak, aby byla elektroda mírně skloněna proti svarové housence, aby roztavená struska nepředbíhala elektrický oblouk a netvořila struskové vměstky ve svarovém kovu.
- ▶ Délka oblouku odpovídá zhruba průměru jádra elektrody.
- ▶ Na konci svarové housenky nesmí být staženina, tj. na konci housenky je proto nutno ještě přidat určité množství tekutého kovu.
- ▶ Toho se docílí zatočením, nebo drobným krokem oblouku zpět.



Speciální svařování elektrickým obloukem

- K těmto technikám patří především impulzní svařování (používá se hlavně u metod MIG a MAG).



Otázky k zamyšlení

1. Jakou funkci má obal elektrody a jaké látky obsahuje?
2. Vysvětlete, proč se při ručním svařování elektrickým obloukem používají svařovací zdroje s plochou statickou charakteristikou.
3. Zdůvodněte důležitost sušení elektrod.
4. Jaké jsou mezní hodnoty teploty a vlhkosti pro skladování elektrod?
5. Jaká hlediska zohledňujeme při volbě elektrody?



Doporučená literatura a informační 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.