Spolufinancováno
z programu Evropské unie
Erasmus+

Erasmus+

MODUL A
Úvod do problematiky svařování kovů

Legování svarového kovu

Legování svarového kovu

- Svarový kov se leguje pro dosažení potřebných fyzikálních, chemických a mechanických vlastností různými způsoby.
- Musí být nalegován prvky, které tyto vlastnosti svarového kovu zaručují.

Svarový kov může být nalegován:

a) Použitím obalených elektrod, kdy legování svarového kovu je zajištěno přechodem prvků z jádra elektrody, nebo z obalu elektrody, případně přechodem prvků z jádra i obalu elektrody.

b) Přechodem legujících prvků ze základního materiálu do svarového kovu.

c) Použitím tavidel, při obloukovém svařování pod tavidlem, které obsahují legující prvky jako kov nebo oxid, případně jako feroslitiny.

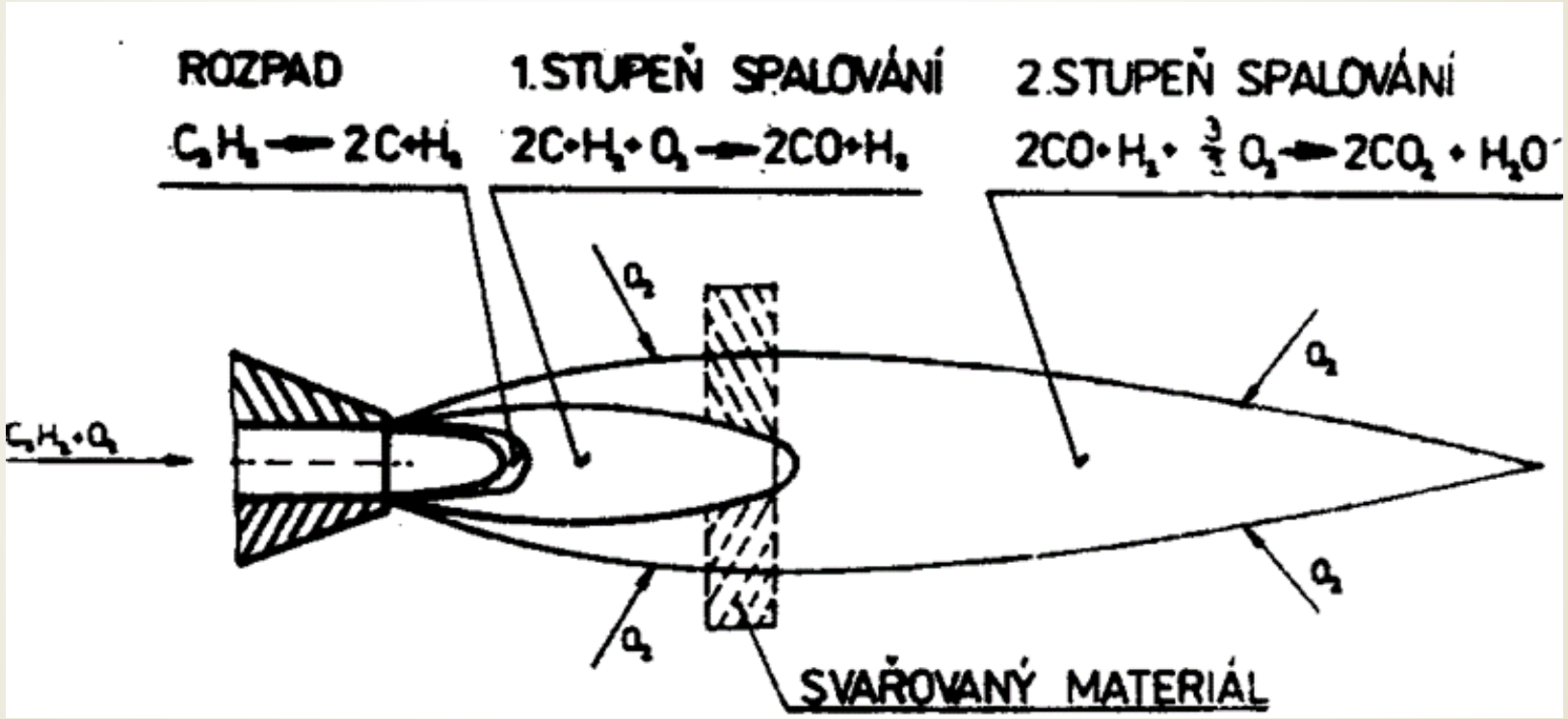
d) Použitím plněné (trubičkové) elektrody, nebo použitím legovaného přídavného drátu, který je nebo není zapojen na elektrický proud.

e) Tavením past metodou 141.

Legování svarového kovu při svařování kyslíko-acetylénovým plamenem

- Svarový kov můžeme při svařování plamenem nalegovat použitým přídavným materiálem ve formě drátu, který se odtavuje ve svarové lázni.
- Pro svařování legovaných ocelí však musíme nastavit neutrální plamen. Na obrázku je schematicky znázorněn tvar neutrálního plamene, jeho jednotlivé oblasti, stádia rozpadu acetylenu a stupně spalování acetylenu.

Rozklad acetylenu a stupně spalování acetylenu ve směsi s kyslíkem



KOUKAL, J., SCHWARZ, D., HAJDÍK, J. *Materiály a jejich svařitelnost.* 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009. s. 43.

Legování svarového kovu při svařování kyslíko-acetylénovým plamenem

- Hořák je nutno umístit ve vzdálenosti odpovídající vyšrafované ploše na obrázku.
- Svarová lázeň je potom chráněna směsí CO a H2.
- Nedochází k oxidaci legujících prvků a koeficient přechodu prvků z přídavného materiálu do svarového kovu je vysoký.
- Může dojít pouze k malému zvýšení obsahu vodíku ve svarovém kovu.

Legování svarového kovu při svařování kyslíko-acetylénovým plamenem

- Pokud bychom však nastavili plamen s přebytkem kyslíku (oxidační) byla by svarová lázeň ve styku s volným kyslíkem a součinitel přechodu legujících prvků z přídavného materiálu do svarového kovu by se prudce díky oxidaci legujících prvků snížil.
- Při nastavení plamene s přebytkem acetylenu (nauhličující) by sice nedocházelo k oxidaci legujících prvků, ale svarový kov by se nalegovával uhlíkem.
- Tím by se zvyšovaly hodnoty Rm, Re, HV10 svarového kovu za současného poklesu hodnot houževnatosti.

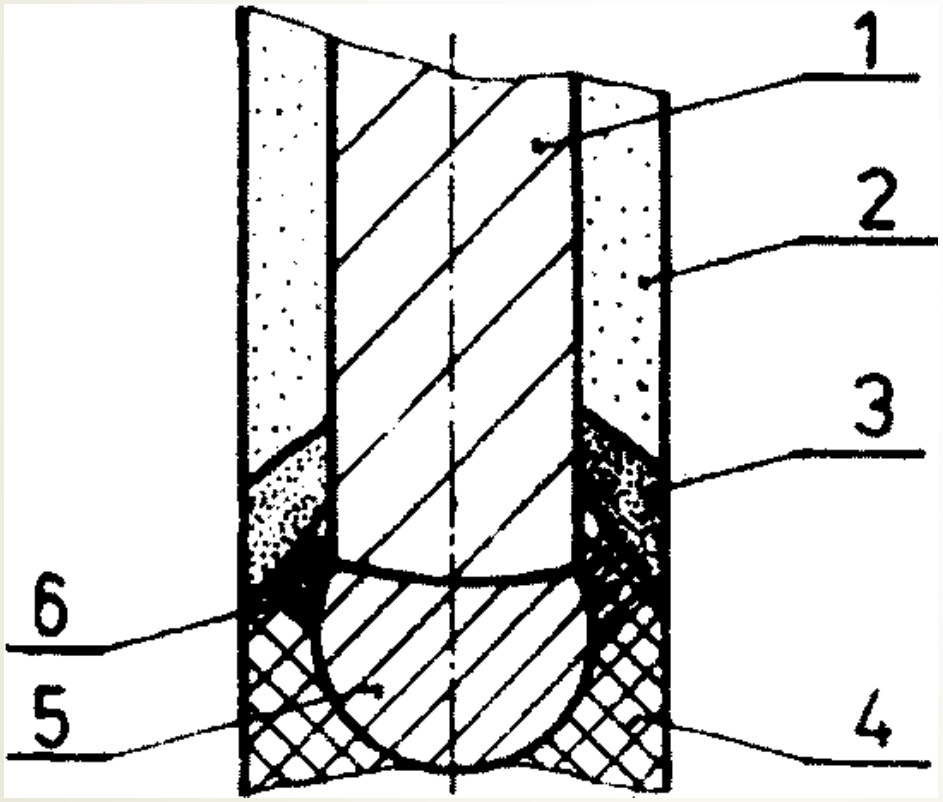
Legování svarového kovu při svařování obalenými elektrodami

- Další způsob je legování kovu při svařování obalenými elektrodami.
- Je možno legovat jádrovým drátem elektrody, obalem elektrod nebo kombinací obou způsobů.
- Při hoření oblouku vznikne na zapalovacím konci elektrody kráter, jehož délka závisí na rozdílné rychlosti odtavování jádra a obalu elektrody.
- Na povrchu vznikajících kapek svarového kovu probíhají metalurgické reakce mezi fázemi kov-struska-plynná atmosféra, jejichž intenzita závisí na teplotě, viskozitě a povrchovém napětí.

Legování svarového kovu při svařování obalenými elektrodami

- Nejlépe je na legování použít bazický obal elektrod, svým neutrálním až redukčním charakterem v atmosféře elektrického oblouku intenzivně leguje svarový kov přechodem prvků ze strusky.
- Místem přednostního nalegování je fázové rozhraní kapka svarového kovu-struska v kráteru elektrody, jak znázorňuje obrázek.
- Kapka svarového kovu je od kráteru elektrody do svarové lázně nalegována.
- Nalegování svarového kovu nataveného ze základního materiálu struskou má ovšem jen malý význam.

Schéma nalegování kapky svarového kovu obalem



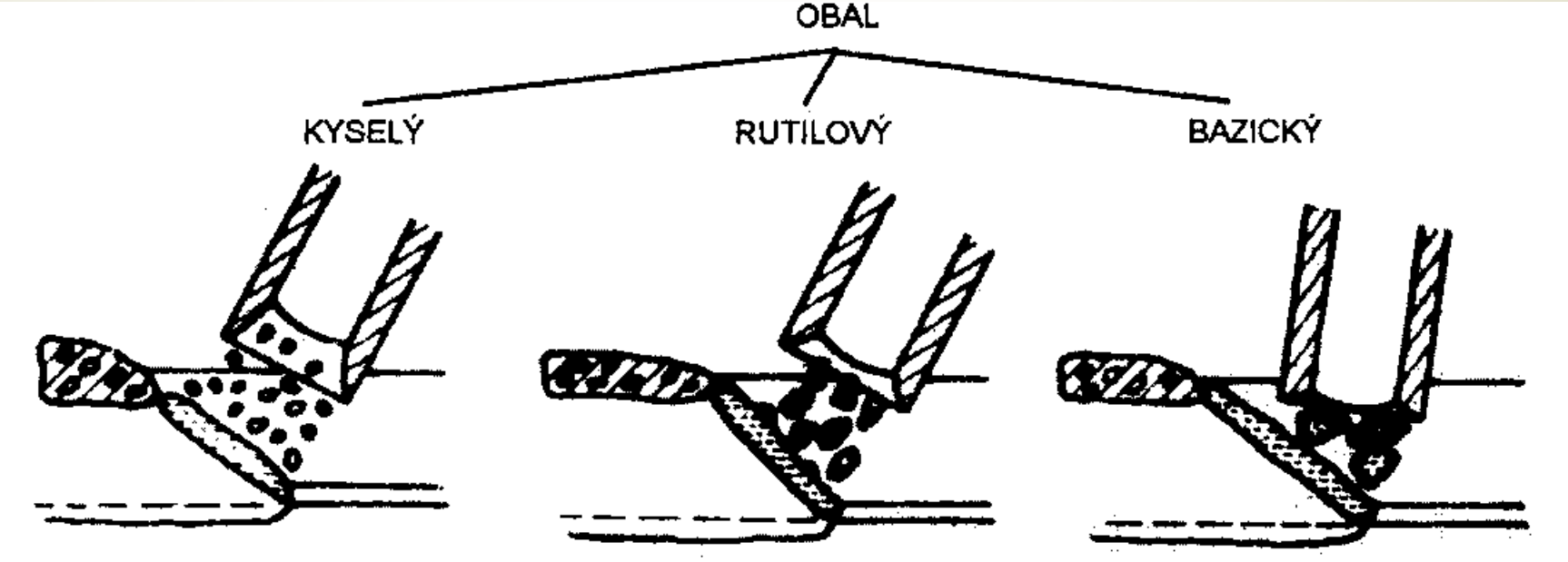
1. *jádro elektrody*
2. *obal elektrody*
3. *sintrovaná část obalu*
4. *struska*
5. *legovaná kapka svarového kovu*
6. *zóna přednostního nalegování*

KOUKAL, J., SCHWARZ, D., HAJDÍK, J. *Materiály a jejich svařitelnost.* 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009. s. 44.

Rozdělení obalených elektrod podle metalurgického působení na svar

- Obalené elektrody je možné zařadit do několika typů, které vyjadřují chování strusky.
- Největší technický význam mají elektrody s obalem bazickým, rutilovým a kyselým.
- Vzájemně se liší přechodem kapek svarového kovu z elektrody do svarové lázně, hloubkou závaru, vlastností strusky a jakostí svarových kovů, jak je znázorněno na obrázku.

Schéma přechodu kapek z elektrody do tavné lázně u kyselých, rutilových a bazických elektrod



KOUKAL, J., SCHWARZ, D., HAJDÍK, J. *Materiály a jejich svařitelnost*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009. s. 44.

Legování svarového kovu při svařování automatem pod tavidlem

- Zde je možné svarový kov nalegovat přídavným drátem nebo páskou, tavidlem, nebo kombinací obou způsobů.
- Mechanismus a stupeň legování silně závisí na charakteru a způsobu přechodu kapek svarového kovu kavernou.
- Existují dva základní rozdílné způsoby přechodu svarového kovu kavernou:
  - 1. po stěně kaverny,
  - 2. volný přechod kavernou

Legování svarového kovu při svařování automatem pod tavidlem

- V prvém případě stékají kapky svarového kovu po stěně kaverny, tj. od odtavení až do splynutí s roztaveným svarovým kovem základního materiálu.
- Při průchodu kavernou je kapka ve styku s roztavenou struskou.
- Tento způsob je podporován zvýšením napětí na elektrickém oblouku, zvýšením sypné vrstvy tavidla a použitím povrchově aktivních strusek.
- Reakce s plynnou fází je nepatrná.

Legování svarového kovu při svařování automatem pod tavidlem

- Ve druhém případě se přechod kapek svarového kovu vyznačuje tím, že přechod se uskuteční bez většího styku kapek se struskou.
- Tento způsob přechodu je podporován zvýšením intenzity proudu.

Pro legování svarového kovu tavidlem však nelze použít všechny typy tavidel.

Rozdělení tavidel podle způsobu jejich výroby

- tavená,
- sintrovaná (spékaná),
- keramická.

Tavená tavidla

- Jedná se o roztavené křemičitany, které po ztuhnutí vytváří amorfní hmotu.
- Složky k výrobě tavených tavidel jsou manganová ruda, křemičitý písek, vápno, oxid horečnatý, kaolin a kazivec.
- Uvedené složky se taví v plamenné nebo elektrické peci při teplotách v rozmezí 1250 °C až 1500 °C podobným způsobem jako sklovitá hmota při výrobě skla.
- Obsah složek se řídí dle příslušných technologických předpisů.
- Po odpichu je tavenina vedena žlábky do vodní lázně, kde se granuluje.
- Granulát se pak suší a třídí dle zrnitosti.
- Vzhled těchto tavidel je sklovitý. Tavenými tavidly nelze s výjimkou Mn a Si ekonomicky legovat svarový kov.

Sintrovaná tavidla

- Skládají se z oxidů železa a manganu, uhličitanů, křemičitanů, fluoridů, feroslitin apod.
- Směs se homogenizuje, a pak se v pecích ohřívá při teplotě asi 900 °C, ale může být i vyšší.
- Tato teplota je o něco nižší než teplota tavení složky s nejnižším bodem tavení.
- Tak vznikne pevná hmota, která se po vychlazení drtí a třídí dle velikosti zrna.
- Reakce mezi složkami tavidla proběhnou pouze částečně, přičemž plynné produkty byly vypuzeny.
- Tato tavidla mohou ekonomicky legovat svarové či návarové kovy.

Keramická tavidla

- Jejich složení je stejné jako mají tavidla sintrovaná.
- Po homogenizaci směsi se částice směsi spojí pojidlem, kterým je zpravidla vodní sklo sodné nebo draselné.
- Po důkladném prohnětení, se tato plastická hmota protlačuje přes dýzy o určitém průměru, upravuje na zrno a suší až při teplotě 400 °C.
- Také tato tavidla jsou schopna legovat svarové kovy a návary.
- Sem patří také tavidla magnetická.

Keramická tavidla

- Tavená tavidla jsou málo hygroskopická.
- Naproti tomu sintrovaná a keramická tavidla jsou silně hygroskopická.
- Ke svařování se smí používat pouze suchá tavidla.
- Tavená tavidla se bezprostředně před svařováním suší při teplotách 100 °C až 300 °C, čímž se zbavují povrchové vlhkosti.
- Sintrovaná a keramická tavidla se suší při teplotách 400 °C až 800 °C, kdy se zbavují povrchové vlhkosti i krystalicky vázané vody.
- Některá tavidla pemzovitá se suší při ještě vyšších teplotách.

Legování svarového kovu při obloukovém svařování v ochranných atmosférách

- U metod svařování v ochranných atmosférách má ochranný plyn úlohu chránit odtavovaný přídavný materiál svarovou lázeň a základní materiál před působením okolní atmosféry.
- Účinnost působení závisí na chemickém charakteru, čistotě a množství používaného ochranného plynu, ale také na svařovacích parametrech a podmínkách svařování.

Legování svarového kovu při obloukovém svařování v ochranných atmosférách

- Metody svařování TIG (WIG) a MIG pracují s chemicky inertními plyny Ar, He a jejich směsi.
- Metalurgické reakce se uskutečňují pouze ve svarové lázni základního materiálu v důsledku látek reakce schopných, dodaných do svarové lázně roztaveným základním materiálem a odtaveným svarovým kovem z přídavného drátu.
- Svarový kov je možné nalegovat pouze přídavným materiálem.
- Pokud základní a přídavné materiály neobsahují zvýšené množství oxidačních látek, jsou ztráty legujících prvků oxidací (propalem) velmi nízké.
- Technologie TIG a MIG jsou proto vhodné pro svařování legovaných ocelí.

Legování svarového kovu při obloukovém svařování v ochranných atmosférách

- Vzniklé kapky svarového kovu jsou obohaceny kyslíkem, který vznikl disociací CO2, a takto obohacená kapka přechází do svarové lázně základního materiálu.
- Ve svarové lázni je kyslík příčinou dalších oxidačních reakcí, které by mohly snížit jak pevnostní tak i plastické vlastnosti svarového kovu.
- Přídavné materiály musí být proto přelegovány desoxidačními prvky především Mn a Si, které při dezoxidačních reakcích tvoří s kyslíkem oxidy nerozpustné ve svarovém kovu a vyplavou na povrch tavné lázně jako součást strusky.
- Přes toto opatření jsou ztráty legujících prvků oxidací (propalem) vysoké. Proto se nedoporučuje používat technologii MAG s ochrannou atmosférou čistého CO2 pro svařování legovaných ocelí.