



Spolufinancované z
programu Európskej únie
Erasmus+



Erasmus+

MODUL A

Úvod do problematiky zvárania kovov

Legovanie zvarového kovu



Legovanie zvarového kovu

- Zvarový kov sa leguje pre dosiahnutie potrebných fyzikálnych, chemických a mechanických vlastností rôznymi spôsobmi.
- Musí byť nalegovaný prvkami, ktoré tieto vlastnosti zvarového kovu zaručujú.



Zvarový kov môže byť nalegovaný:

- a) Použitím obalených elektród, kedy legovanie zvarovaného kovu je zabezpečené prechodom prvkov z jadra elektródy, alebo z obalu elektródy, prípadne prechodom prvkov z jadra aj obalu elektródy.
- b) Prechodom legujúcich prvkov zo základného materiálu do zvarového kovu.
- c) Použitím tavív, pri oblúkovom zváraní pod tavivom, ktoré obsahujú legovanie ako kov alebo oxid, prípadne ako ferozliatiny.
- d) Použitím plnenej (trubičkovej) elektródy, alebo použitím legovaného prídavného drôtu, ktorý je alebo nie je zapojený na elektrický prúd.
- e) Tavením pasca metódou 141.

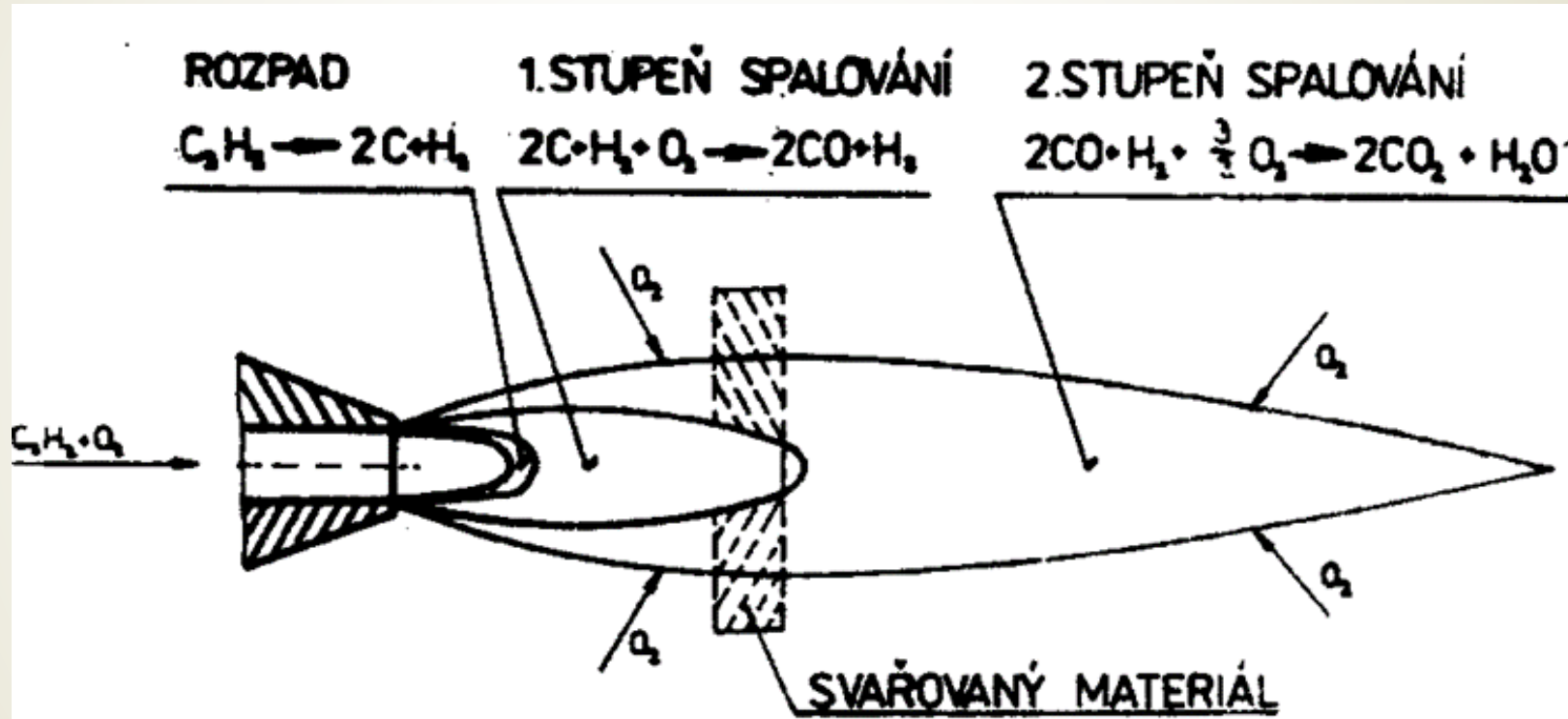


Legovanie zvarového kovu pri zváraní kyslíko-acetylénovým plameňom

- Zvarový kov môžeme pri zváraní plameňom nalegovať použitým prídavným materiálom vo forme drôtu, ktorý sa odtavuje vo zvarovom kúpeli.
- Pre zváranie legovaných ocelí však musíme nastaviť neutrálny plameň. Na obrázku je schematicky znázornený tvar neutrálného plameňa, jeho jednotlivé oblasti, štádia rozpadu acetylénu a stupňa spaľovania acetylénu.



Rozklad acetylénu a stupňa spaľovania acetylénu v zmesi s kyslíkom



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



Legovanie zvarového kovu pri zváraní kyslíko-acetylénovým plameňom

- Horák je nutné umiestniť vo vzdialenosti zodpovedajúcej vyšrafovej ploche na obrázku.
- Zvarový kúpeľ je potom chránený zmesou CO a H₂.
- Nedochádza k oxidácii legujúcich prvkov a koeficient prechodu prvkov z prídavného materiálu do zvarového kovu je vysoký.
- Môže dôjsť len k malému zvýšeniu obsahu vodíka vo zvarovom kove.



Legovanie zvarového kovu pri zváraní kyslíko-acetylénovým plameňom

- Pokiaľ by sme však nastavili plameň s prebytkom kyslíka (oxidačné) bol by zvarací kúpeľ v styku s voľným kyslíkom a súčiniteľ prechodu legujúcich prvkov z prídavného materiálu do zvarového kovu by sa prudko vďaka oxidácii legujúcich prvkov znížil.
- Pri nastavení plameňa s prebytkom acetylénu by síce nedochádzalo k oxidácii legujúcich prvkov, ale zvarový kov by sa nalegoval uhlíkom.
- Tým by sa zvyšovali hodnoty r_m , R_e , HV10 zvarového kovu za súčasného poklesu hodnôt húževnatosti.



Legovanie zvarového kovu pri zváraní obalenými elektródami

- Ďalší spôsob je legovanie kovu pri zváraní obalenými elektródami.
- Je možné zlievať jadrovým drôtom elektródy, obalom elektród alebo kombináciou oboch spôsobov.
- Pri horení oblúka vznikne na zapalovacom konci elektródy kráter, ktorého dĺžka závisí od rozdielnej rýchlosti odtavovania jadra a obalu elektródy.
- Na povrchu vznikajúcich kvapiek zvarového kovu prebiehajú metalurgické reakcie medzi fázami kov-troska-plynná atmosféra, ktorých intenzita závisí od teploty, viskozity a povrchového napätia.

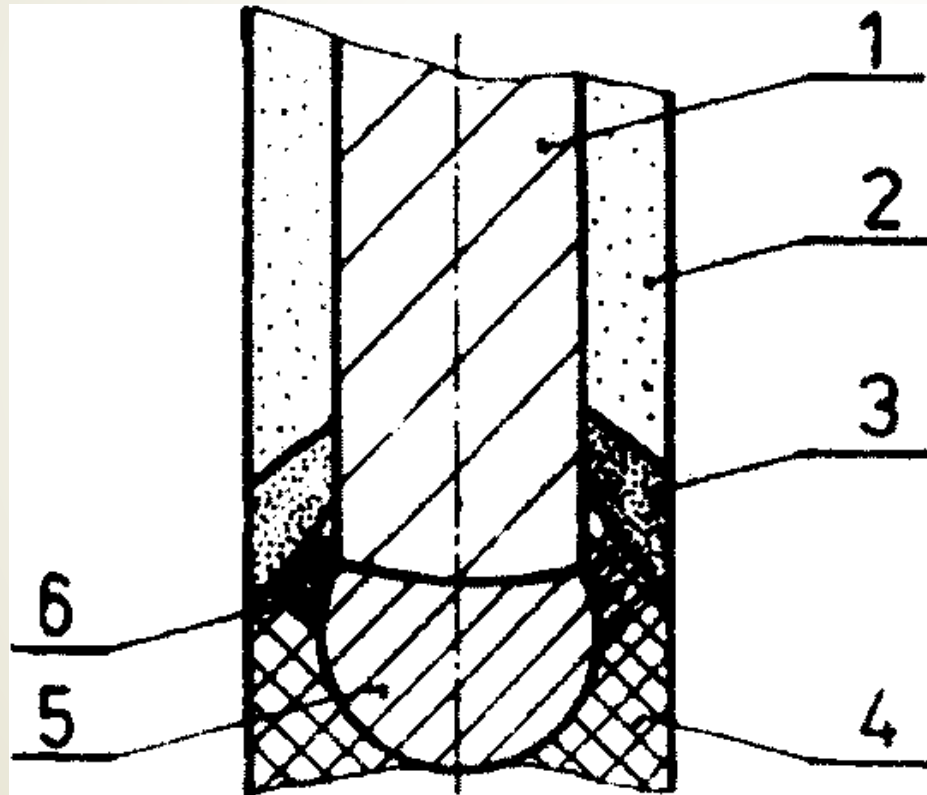


Legovanie zvarového kovu pri zváraní obalenými elektródami

- Najlepšie je na legovanie použiť bázický obal elektród, svojim neutrálnym až redukčným charakterom v atmosfére elektrického oblúka intenzívne leguje zvarový kov prechodom prvkov z trosky.
- Miestom prednostného nalegovania je fázové rozhranie kvapky zvarového kovu-troska v kráteri elektródy, ako znázorňuje obrázok.
- Kvapka zvarového kovu je od krátera elektródy do zvarového kúpeľa nalegovaná.
- Nalegovanie zvarovaného kovu nataveného zo základného materiálu troskou má však len malý význam.



Schéma nalegovania kvapky zvarového kovu obalom



1. jadro elektródy
2. obal elektródy
3. sintrovaná časť obalu
4. troska
5. legovaná kvapka zvarového kovu
6. zóna prednostného nalegovania

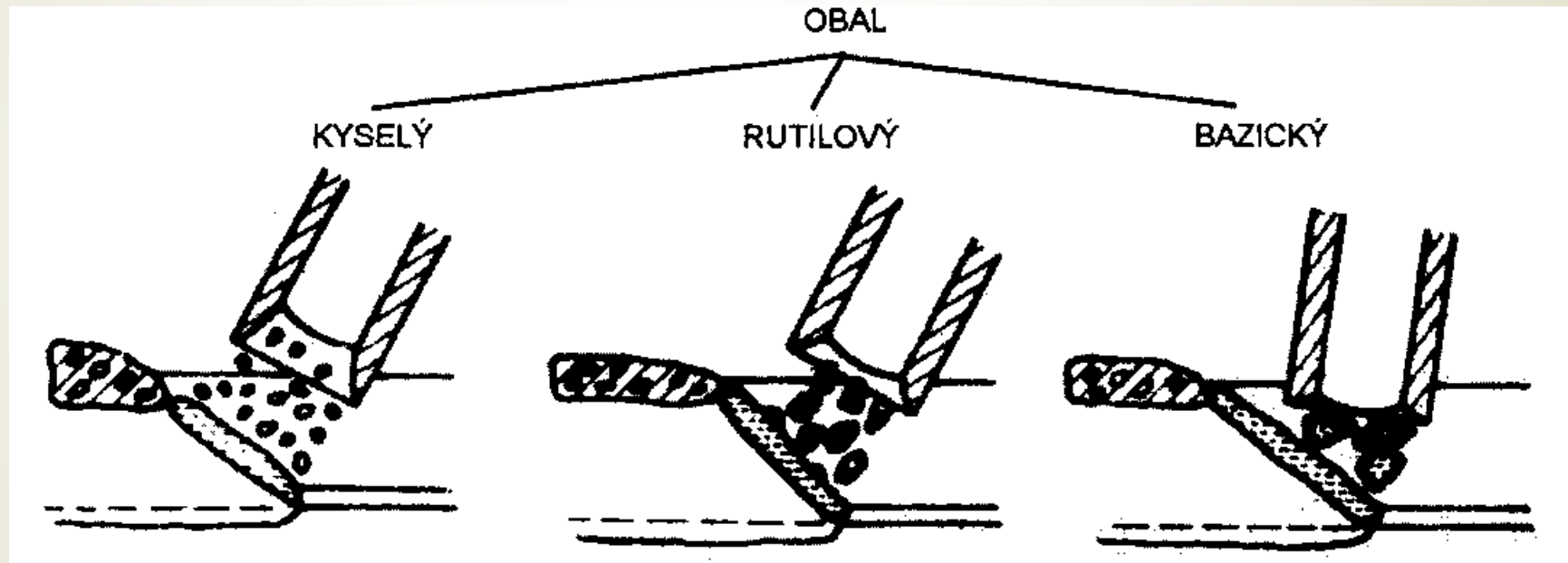


Rozdelenie obalených elektród podľa metalurgického pôsobenia na zvar

- Obalené elektródy je možné zaradiť do niekoľkých typov, ktoré vyjadrujú správanie trosky.
- Najväčší technický význam majú elektródy s obalom bázickým, rutilovým a kyslým.
- Vzájomne sa líšia prechodom kvapiek zváraného kovu z elektródy do zvarového kúpeľa, hĺbkou závaru, vlastnosťami trosky a akosťou zvarových kovov, ako je znázornené na obrázku.



Schéma prechodu kvapiek z elektródy do tavného kúpeľa u kyslých, rutilových a bázických elektród



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



Legovanie zvarového kovu pri zváraní automatom pod tavivom

- ▶ Tu je možné zvarový kov nalegovať prídavným drôtom alebo páskou, tavidlom, alebo kombináciou oboch spôsobov.
- ▶ Mechanizmus a stupeň legovania silne závisia od charakteru a spôsobu prechodu kvapiek zvarového kovu kavernou.
- ▶ Existujú dva základné rozdielne spôsoby prechodu zvarovaného kovu kavernou:
 - ▶ 1. po stene kaverny,
 - ▶ 2. voľný prechod kavernou



Legovanie zvarového kovu pri zváraní automatom pod tavivom

- V prvom prípade stekajú kvapky zvarového kovu po stene kaverny, t.j. od odtavenia až do splynutia s roztaveným zvarovým kovom základného materiálu.
- Pri priechode kavernou je kvapka v styku s roztavenou troskou.
- Tento spôsob je podporovaný zvýšením napätia na elektrickom oblúku, zvýšením sypnej vrstvy taviva a použitím povrchovo aktívnych trosiek.
- Reakcia s plynnou fázou je nepatrná.



Legovanie zvarového kovu pri zváraní automatom pod tavivom

- V druhom prípade sa prechod kvapiek zvarového kovu vyznačuje tým, že prechod sa uskutoční bez väčšieho styku kvapiek s troskou.
- Tento spôsob prechodu je podporovaný zvýšením intenzity prúdu.

Pre legovanie zvarovaného kovu tavivom však nemožno použiť všetky typy tavív.



Rozdelenie tavív podľa spôsobu ich výroby

- tavená,
- sintrovaná (získaná aglomeráciou),
- keramická.



Tavené tavivá

- Jedná sa o roztavené kremičitany, ktoré po stuhnutí vytvárajú amorfnú hmotu.
- Zložky na výrobu tavených tavív sú mangánová ruda, kremičitý piesok, vápno, oxid horečnatý, kaolín a kazivec.
- Uvedené zložky sa tavia v plamennej alebo elektrickej peci pri teplotách v rozmedzí 1250 ° C až 1500 ° C podobným spôsobom ako sklovitá hmota pri výrobe skla.
- Obsah zložiek sa riadi podľa príslušných technologických predpisov.
- Po odpichu je tavenina vedená žliabkami do vodného kúpeľa, kde sa granuluje.
- Granulát sa potom suší a triedi podľa zrnitosti.
- Vzhľad týchto tavív je sklovitý. Tavenými tavidlami nemožno s výnimkou Mn a Si ekonomicky zlievať zvarový kov.



Sintrované tavivá

- Skladajú sa z oxidov železa a mangánu, uhličitanov, kremičitanov, fluoridov, feroziatín pod.
- Zmes sa homogenizuje a potom sa v peciach ohrieva pri teplote asi 900 °C, ale môže byť aj vyššia.
- Táto teplota je o niečo nižšia ako teplota tavenia zložky s najnižším bodom tavenia.
- Tak vznikne pevná hmota, ktorá sa po vychladení drví a triedi podľa veľkosti zrna.
- Reakcia medzi zložkami taviva prebehnú len čiastočne, pričom plynné produkty boli vypudené.
- Tieto tavivá môžu ekonomicky legovať zvarové či navarové kovy.



Keramické tavivá

- Ich zloženie je rovnaké ako majú tavivá sintrované.
- Po homogenizácii zmesi sa častice zmesi spoja spojivom, ktorým je spravidla vodné sklo sodné alebo draselné.
- Po dôkladnom hnetení, sa táto plastická hmota pretláča cez dýzy o určitom priemere, upravuje na zrno a suší až pri teplote 400 ° C.
- Tiež tieto tavivá sú schopné zlievať zvarové kovy a návary.
- Sem patria tiež tavivá magnetické.



Keramické tavivá

- ▶ Tavené tavivá sú málo hygroskopické.
- ▶ Naproti tomu sintrované a keramické tavivá sú silne hygroskopické.
- ▶ Na zváranie sa smú používať iba suché tavidlá.
- ▶ Tavené tavivá sa bezprostredne pred zváraním sušia pri teplotách 100 ° C až 300 ° C, čím sa zbavujú povrchovej vlhkosti.
- ▶ Sintrované a keramické tavivá sa sušia pri teplotách 400 ° C až 800 ° C, kedy sa zbavujú povrchovej vlhkosti i kryštalicky viazanej vody.
- ▶ Niektoré tavivá pemzovité sa sušia pri ešte vyšších teplotách.



Legovanie zvarového kovu pri oblúkovom zváraní v ochranných atmosférach

- U metód zvárania v ochranných atmosférach má ochranný plyn úlohu chrániť odtavovaný prídavný materiál zvarovým kúpeľom a základný materiál pred pôsobením okolitej atmosféry.
- Účinnosť pôsobenia závisí od chemického charakteru, čistoty a množstva používaného ochranného plynu, ale aj od zvaracích parametrov a podmienok zvárania.



Legovanie zvarového kovu pri oblúkovom zváraní v ochranných atmosférach

- Metódy zvárania TIG (WIG) a MIG pracujú s chemicky inertnými plynmi Ar, He a ich zmesi.
- Metalurgické reakcie sa uskutočňujú iba vo zvarovom kúpeli základného materiálu v dôsledku látok reakcie schopných, dodaných do zvarového kúpeľa roztaveným základným materiálom a odtaveným zvarovým kovom z prídavného drôtu.
- Zvarový kov je možné nalegovať iba prídavným materiálom.
- Pokiaľ základné a prídavné materiály neobsahujú zvýšené množstvo oxidačných látok, sú straty legujúcich prvkov oxidáciou (prepaly) veľmi nízke.
- Technológie TIG a MIG sú preto vhodné pre zváranie legovaných ocelí.



Legovanie zvarového kovu pri oblúkovom zváraní v ochranných atmosférach

- Vzniknuté kvapky zvarového kovu sú obohatené kyslíkom, ktorý vznikol disociáciou CO_2 , a takto obohatená kvapka prechádza do zvarového kúpeľa základného materiálu.
- Vo zvarovom kúpeľi je kyslík príčinou ďalších oxidačných reakcií, ktoré by mohli znížiť ako pevnostné tak i plastické vlastnosti zvarového kovu.
- Prídavné materiály musia byť preto prelegované desoxidačnými prvkami predovšetkým Mn a Si, ktoré pri dezoxidačných reakciách tvoria s kyslíkom oxidy nerozpustné vo zvarovom kove a vyplávajú na povrch tavného kúpeľa ako súčasť trosky.
- Cez toto opatrenie sú straty legujúcich prvkov oxidáciou (prepaly) vysoké. Preto sa neodporúča používať technológiu MAG s ochrannou atmosférou čistého CO_2 pre zváranie legovaných ocelí.