

Svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře

MIG/MAG

Historie

Henry M. Hobart a Philip K. Devers z firmy General Electric použili Stavjanovu kovovou tavící se elektrodu v roce 1926 při svařování v ochranné atmosféře inertních plynů. Využití v té době však bránila vysoká cena inertních plynů a nedostatek znalostí, jak je vyčistit. V roce 1930 si nechali patentovat svařovací hořák, do kterého byl přiváděn svařovací drát a ochranný plyn Hobart použil helium a Devers argon. Spolu pak úspěšně završili vývoj metody svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu až v roce 1940.

Ljubavský a Novošilov použili v roce 1953 ochrannou atmosféru z CO₂ místo do té doby výlučně používaných, drahých inertních plynů. Použití CO₂ zlevnilo tuto svařovací metodu tak, že se stala efektivní i pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí.

Následující rok vyvinul Bernard elektrodu plněnou tavidlem, tzv. trubičkový drát, který si nechal patentovat v roce 1957. Kromě dodávaného plynu tvořily ochrannou atmosféru také plyny, vznikající z tavidla při hoření oblouku. V roce 1959 byly vyvinuty plněné elektrody, které při hoření elektrického oblouku zajistily dostačující množství ochranné atmosféry z tavidla, aniž bylo třeba dodávat další plyny. Následující vývoj byl zaměřen na vylepšení svařovacích zdrojů pro zvýšení výkonu odtavení a efektivity svařování a zkvalitnění svarů.



Princip

Při svařování MIG-/MAG plní odtavující se elektroda současně funkci přídavného materiálu i nositele oblouku. Největší výhodou metod svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře je poloautomatický režim podávání přídavného materiálu, který svářečovi umožňuje snadněji tvořit housenku svaru a kontrolovat svarovou lázeň.

„Nekonečný“ svařovací drát se přes dvě nebo čtyři posuvové kladky zavádí do svařovacího hořáku, kde v tak zvané kontaktní trubici dochází k přestupu proudu. Volný konec drátu je

soustředně obklopený plynovou hubicí. Navíc a hlavně se tím omezují časté technologické přestávky při výměně elektrod v porovnání např. s ručním obloukovým svařováním. To vše přispívá k vyššímu výkonu odtavení, zvláště při větších průměrech elektrod a vyšších svařovacích proudech. Vytékající ochranný plyn brání chemickým reakcím žhavého povrchu svařence s okolním vzduchem, čímž se zachovává pevnost a houževnatost svarového kovu. Ve funkci ochranného plynu se používají jak inertní tak i aktivní plyny. Proto mluvíme o svařování Metal-Inert-Gas (= kov-inertní-plyn, MIG) Metal-Aktiv-Gas (= kov-aktivní-plyn, MAG).

Plynulou regulací základních svařovacích parametrů lze dosáhnout požadovaného svařovacího výkonu při použití svařovacího proudu od 30 do 800 A. Protože s vyšším svařovacím proudem roste rychlost odtavování svařovacího drátu, zvětšuje se i objem přenosu roztaveného kovu do svarové lázně. Svařovat je možné ve všech polohách.

Vliv na podobu svaru a přechod materiálu má kromě chování oblouku a odtavného výkonu také ochranný plyn. Jako inertní plyny figurují především vzácné plyny argon a hélium a rovněž jejich směsi. Pojem „inertní“ pochází z řečtiny a znamená „neochotně reagující“. Inertní plyny se hodí pro všechny kovy mimo ocele, zejména pro hliník a měď. Aktivními plyny jsou převážně směsi plynů vytvořené na základě argonu, avšak obsahující navíc ještě podíly kyslíku nebo kysličníku uhličitého. Tyto plyny poměrně snadno reagují. Aktivní plyny jsou vhodné pro nerezavějící, vysokolegované druhy ocelí a rovněž pro nízkolegované nebo nelegované ocele. S určitými omezeními je pro nelegované nebo nízkolegované ocele vhodný jako aktivní plyn i samotný kysličník uhličitý.

Alternativu k ochranným plynům představuje použití trubičkových (plněných) drátů s náplní, která se v elektrickém oblouku odpařuje a tímto způsobem rovněž vytváří ochrannou atmosféru. Trubičkové dráty zaručí spolehlivou plynovou ochranu i při průvanu.

Aplikace a přednosti

Základními parametry svařovacího procesu je svařovací proud, napětí, rychlost postupu svařování, rychlost podávání svařovacího drátu, složení ochranných plynů a množství jejich průtoku.

Svařovací proud může nabývat hodnot od 30 A, používaných pro tenké plechy, až po 800 A u mechanizovaných metod. S rostoucím proudem se zvyšuje rychlost postupu svařování i rychlost podávání svařovacího drátu. Ovlivňuje způsob přenosu kovu z tavící se elektrody v oblouku, tvar a velikost svarové housenky, nutnost předehřevu a dohřevu.

Jestliže se metoda MIG-/MAG zpočátku osvědčila při racionálním svařování nelegovaných a nízkolegovaných konstrukčních ocelí, může se dnes, díky technice pulzního oblouku, používat pro hliníkové slitiny a vysokolegované konstrukční ocele. Ve fázi základního proudu je přívod energie omezený natolik, aby oblouk ještě stabilně hořel, přičemž povrch obrobku se předehřívá. Fáze hlavního proudu obstarává prostřednictvím přesně

nadávkovaného proudového impulsu cílené uvolnění kapky. Nežádoucí zkrat se současnou explozí kapky a vznikem nekontrolovatelného rozstříku je tím vyloučený.

Nezávisle na druhu oblouku, vykazuje MIG-/MAG proces oproti ostatním svařovacím postupům významné rozdíly. Patří k nim dostatečný odtavný výkon, hluboký závar, snadná manipulace a možnost kompletní mechanizace, stejně tak jako vysoký stupeň hospodárnosti.

Přístrojová technika



Svařovací invertor

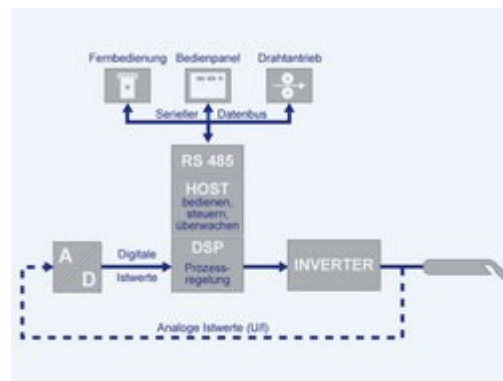
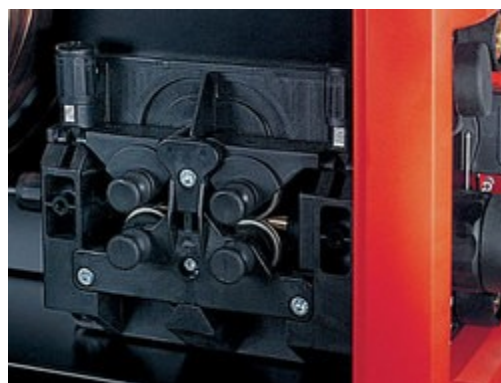


Schéma invertorového zdroje



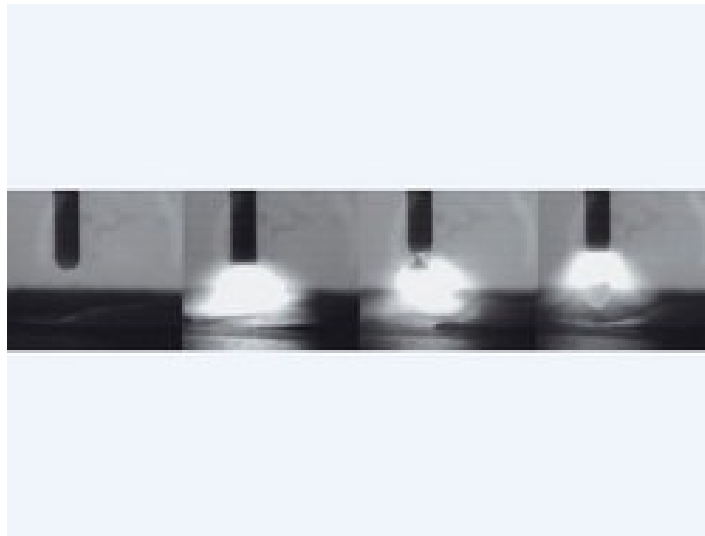
Čtyřkladkový podavač

Svařovací zdroj pracuje se stejnosměrným proudem, přičemž svařovací drát představuje kladný pól. Běžné, stupňovitě přepínané svařovací zdroje jsou vybaveny transformátorem s dostatečným počtem přepínatelných odboček potřebných k tomu, aby bylo možno nastavit požadovanou hodnotu svařovacího proudu. Za transformátorem je zařazený usměrňovač, který vyrábí ze střídavého proudu usměrněný svařovací proud. Nastavitelná cívka tlumivky vyhlazuje nežádoucí proudové špičky a snižuje tím sklon k tvorbě rozstříku.

Invertorové svařovací zdroje vyrábějí ze síťového napětí pulzní napětí o vysoké frekvenci. Toto napětí se přivádí na svařovací transformátor, který může být, z důvodů vysoké

frekvence, vyrobený v mnohem lehčím, kompaktnějším a účinnějším provedení, než v případě stupňovitě přepínaných svařovacích zdrojů. Také invertorové zdroje jsou vybavené usměřovačem. Plně digitalizované invertorové zdroje se signálovým procesorem vyrábějí plynule nastavitelný výstupní proud, který je trvale měřený a udržovaný v oblasti ideálních podmínek. Tím je zaručené prakticky bezrozstříkové svařování a výstupní tlumivka může odpadnout.

Posuv drátu obstarává podavač, který je buď vestavěný do krytu svařovacího zdroje, nebo externí. Ruční nebo strojní hořák existuje jak v plynem chlazeném tak také ve vodou chlazeném provedení. Plynem chlazené svařovací hořáky se chladí protékajícím ochranným plynem, zatímco vodou chlazené hořáky jsou vybavené výkonným kapalinovým chlazením s čerpadlem a výměníkem tepla. Od svařovacích proudů 300 A jsou vodou chlazené hořáky standardem.



Průběh bezrozstříkového přenosu materiálu u impulzního oblouku.

Charakteristika

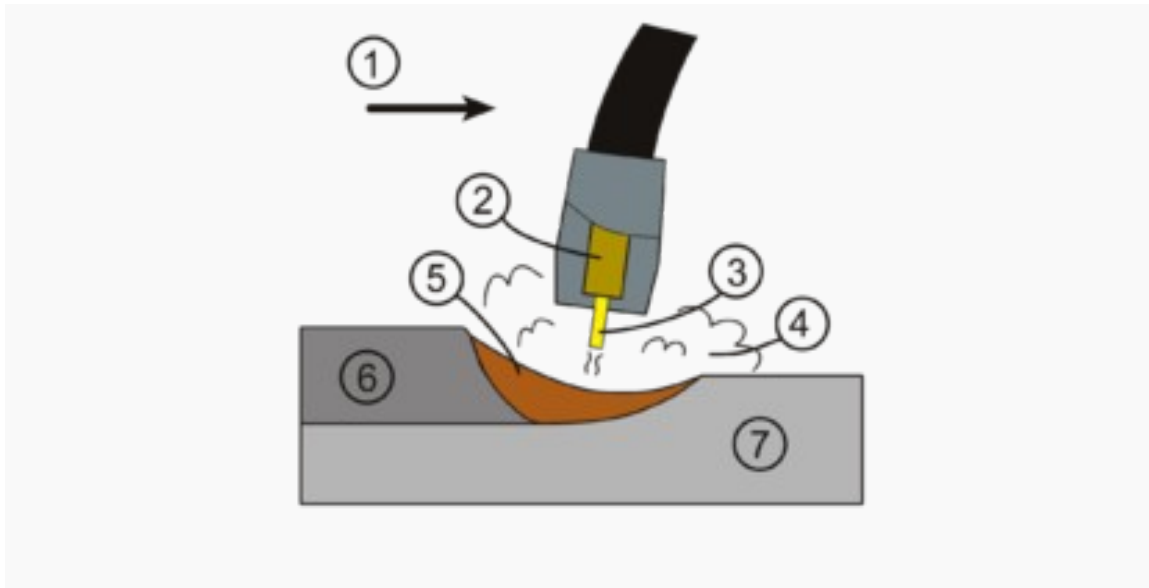


Schéma svařování MIG/MAG. (1) směr svařování, (2) svařovací hořák, (3) svařovací drát, (4) ochranná atmosféra, (5) svarová lázeň, (6) ztuhlý svarový kov, (7) základní materiál

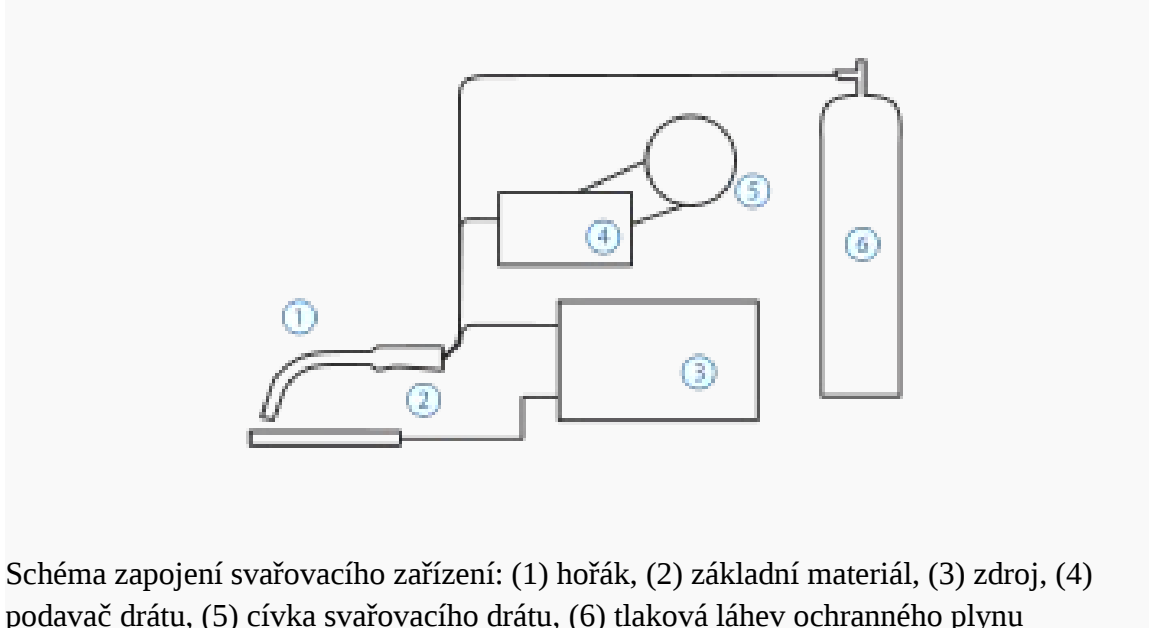


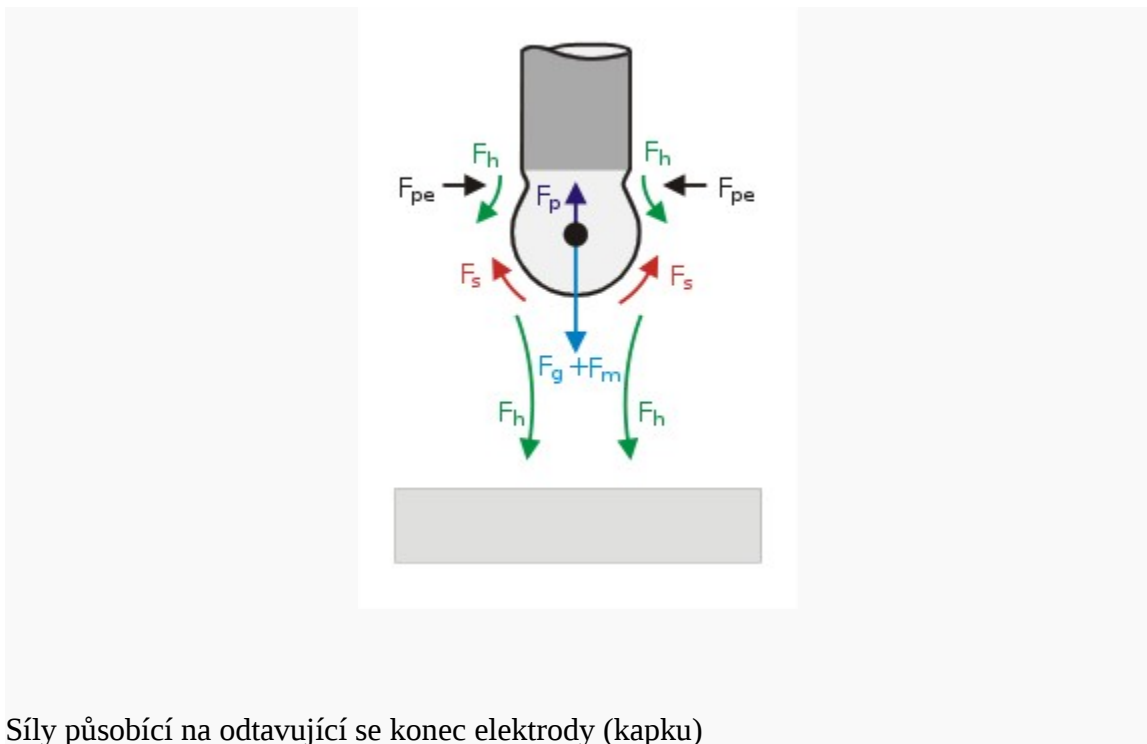
Schéma zapojení svařovacího zařízení: (1) hořák, (2) základní materiál, (3) zdroj, (4) podavač drátu, (5) cívka svařovacího drátu, (6) tlaková láhev ochranného plynu

video z [znam hořen oblouku.mpg](#)

Přenos kovu

Přenosem kovu se rozumí proces roztavování přídavného materiálu, svařovacího drátu jako elektrody, a ukládání do svarové lázně při hoření elektrického oblouku. Charakter

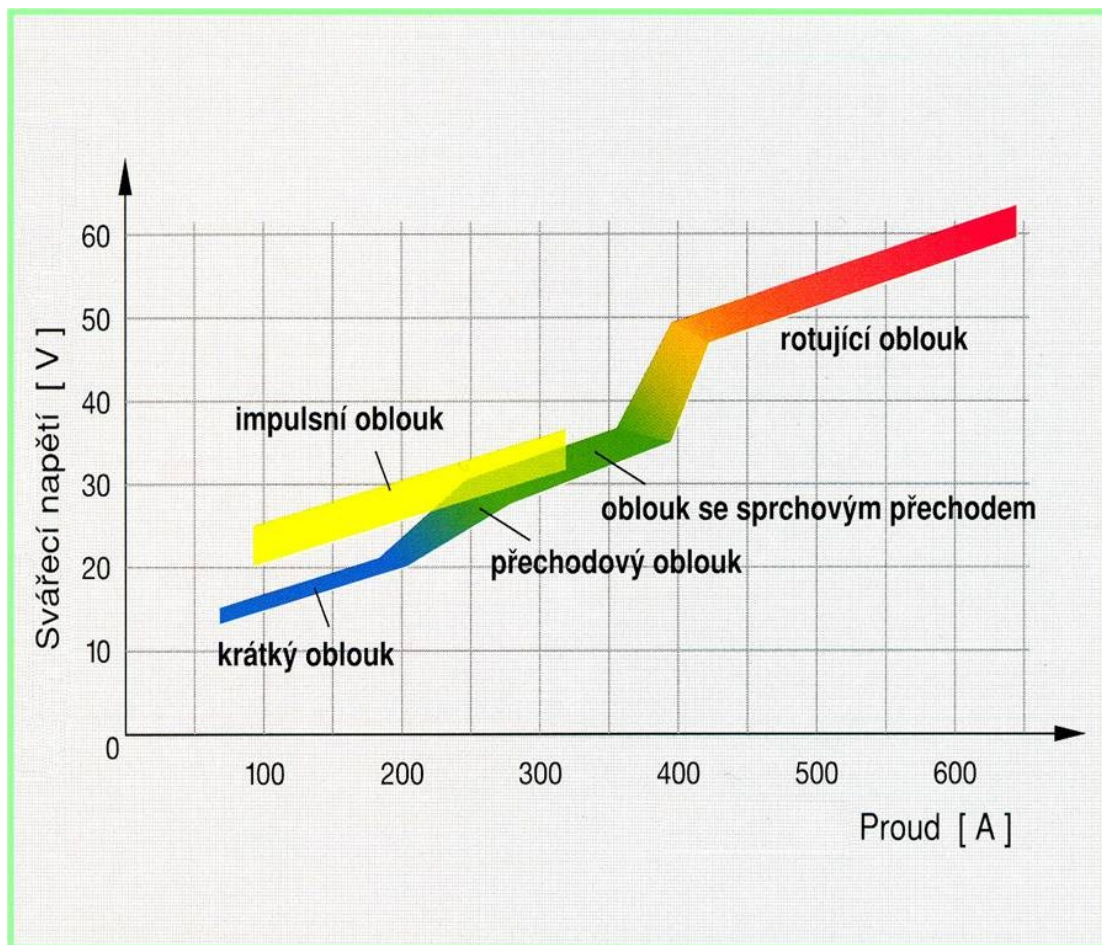
přenosu kovu ovlivňují parametry svařování, tj. svařovací proud resp. proudová hustota, svařovací napětí, složení ochranné atmosféry a přídavný materiál.



Na odtavovaný kov působí síly, jejichž směr a velikost jsou dány základními svařovacími parametry. Výslednice působících sil přemístí kapku roztaveného kovu z elektrody do svarové lázně i při svařování např. v poloze nad hlavou. Dynamický účinek dopadu kapky v kombinaci s tekutostí svarové lázně má výrazný vliv na množství rozstříku svarového kovu do nejbližšího okolí svaru (jak je patrné z obrázku v úvodu).

Zkratový přenos

Při zkratovém přenosu se z elektrody odtaví kapka kovu, která vyplní mezeru mezi elektrodou a svarovou lázní, oblouk zhasne a dojde k elektrickému zkratu. Tím se zvýší teplota, kapka se utrhne a dopadne do svarové lázně, načež se elektrický oblouk opět zapálí. Frekvence zkratů se pohybuje od 20 do 200 Hz. Tento jev může vzniknout při nastavení svařovacího proudu v intervalu od 60 do 180 A, svařovacího napětí od 14 do 22 V, průměru elektrody od 0,6 do 1,2 mm a v libovolné ochranné atmosféře, např. 100% čistého CO₂ nebo směsi 75 až 80 % argonu + 25 až 20% CO₂. S vyšším svařovacím napětím klesá frekvence kapek odtavených z elektrody, roste jejich velikost a zvětšuje se rozstřík. Protože se používají nízké hodnoty svařovacího proudu, vnáší se do svaru relativně málo tepla, svarový kov není tak tekutý a rychle tuhne. Toho se s výhodou používá pro svařování ve vynucených polohách (např. nad hlavou) pro zavařování kořenových vrstev a tenkých plechů.



Zrychlený zkratový přenos

Modifikací zkratového přenosu je zvýšení svařovacího proudu nad 200 A a tomu odpovídající vyšší rychlosti podávání svařovacího drátu při stejném svařovacím napětí. Vyšší frekvence nedovoluje vytvořit větší kapku, ale konec elektrody je odporovým teplem při vysokém svařovacím proudu předehřátý a elektromagnetickými silami dochází k uvolnění kapek roztaveného kovu a jejich přenosu do svarové lázně. Průtok směsného ochranného plynu Ar + 8 % CO₂ musí být vyšší, 20 až 30 l/min. Tato technika zrychleného zkratového přenosu se hodí pro svařování tenkých plechů vysokou rychlostí a velkým výkonem svařování.

Přechodový oblouk s kapkovým přenosem

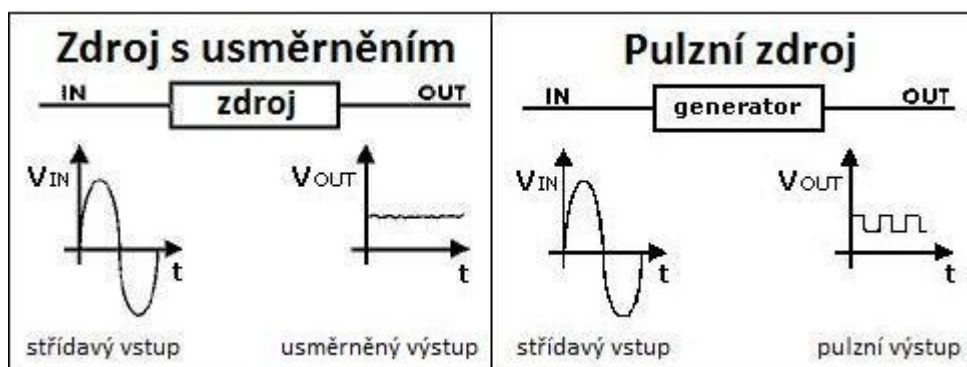
Pro vznik kapkového přenosu jsou nutné vysoké hodnoty svařovacího proudu od 190 do 300 A při napětí od 22 do 28 V, které nataví konec elektrody do velké kapky, která může být i větší než průměr elektrody. Kapkový přenos je dobře použitelný v ochranné atmosféře CO₂, ve směsných plynech s argonem výrazně hůře. Hojně se využíval během 60. až 70. let minulého století pro vysoký výkon odtavení. V současné době se od něj již ustoupilo, především pro velký rozstřík a tvorbu hrubých svarových housenek.

Sprchový přenos

Sprchový přenos nastává při hodnotách svařovacího proudu od 200 do 500 A a svařovacím napětí od 28 do 40 V, v ochranných plynech argonu s maximálně 18 % CO₂ (20 % CO₂; 15 % CO₂) nebo argonu s 1 až 5 % O₂. Směs argonu a CO₂ tvoří širší závar oproti směsi argonu s O₂, který má schopnost hlubšího závaru. Argon podporuje ionizaci plynu a tvorbu plazmy. Protože plazma rychle proudí okolo tavícího se konce elektrody, konec elektrody se tak rychleji ohřívá. K tomu přispívá i odporové teplo způsobené dlouhým výletem elektrody, cca 15 průměrů elektrody. Při vysokém proudu se nestačí vytvořit větší kapky, ale působením elektromagnetických sil se tvoří drobné kapky s vysokou frekvencí 150 až 350 Hz, jakoby sprcha. Velkou výhodou je nízký rozstřík. Přenos je velmi výkonný a používá se především při svařování v poloze vodorovné shora, ve vynucených polohách, např. nad hlavou, jen omezeně, např. u hliníku nebo mědi.

Impulsní sprchový přenos

Pro omezení rozstříku a vad ve svarech u zkratového a kapkového přenosu byl vyvinut impulsní sprchový přenos. Průběh svařovacího proudu a napětí v závislosti na čase je řízen mikroprocesorem svařovacího zdroje. Základní svařovací proud je udržován na takové velikosti, aby probíhala ionizace plynu a tím i vedení elektrického proudu. V řízených intervalech se zvyšuje svařovací proud a napětí, tzv. pulsy. Těmito pulsy se kontrolovaně přenášejí kapky roztaveného kovu elektrody. Kromě vysoké frekvence 25 - 500 Hz (výjimečně 1 kHz) řídí mikroprocesor i tvar průběhu svařovacího proudu a napětí v závislosti na čase. Ochranné plyny resp. jejich složení se používá za obdobných podmínek jako u sprchového přenosu. Tento typ přenosu kovu je velmi výhodný, protože umožňuje vysoký výkon odtavení jako např. při sprchovém přenosu, ale zároveň při nižším vneseném teplu. Potřebné svařovací zdroje jsou ovšem nákladnější o elektroniku. Jednou z největších nevýhod je vyšší emitované elektromagnetické záření oblouku, které vyžaduje vyšší stupeň ochrany pro svářeče a osob v jeho blízkosti.



Moderovaný sprchový přenos

Moderovaný sprchový přenos lze dosáhnout vysokými svařovacími proudy 450 až 750 A a svařovacím napětím 40 až 50 V za použití ochranného plynu Ar + 8 % CO₂ s průtokem až 25 l/min. Velké kapky, až o velikosti dosahující průměru drátu, jsou za vysoké frekvence přenášeny rychle proudícím plazmatem do svarové lázně. Touto technikou lze dosáhnout hlubokého průvaru a svařování větších tloušťek jednovrstvým svarem při vysoké rychlosti postupu svařování.

Dlouhý oblouk s rotujícím přenosem kovu

Hodnoty svařovacího proudu u rotujícího oblouku jsou stejné jako u moderovaného sprchového přenosu, ale hodnoty napětí jsou vyšší. Drát je průchodem vysokého proudu odporově zahříván téměř až na teplotu tavení. Intenzivní magnetické pole roztáčí tavící se konec elektrody, který je ve vysoce plastickém stavu. Kapky odtavujícího se kovu při rotačním přenosu tvoří jakoby kuželovou plochu. Rotujícím obloukem lze dosáhnout hlubokého a širokého závaru.

Ochranné atmosféry

Použití plynů v ochranné atmosféře je závislé na druhu svařovaného materiálu, způsobu přenosu kovu, požadovaných mechanických vlastnostech svaru, tloušťce spojovaných materiálů, typu spoje, profilu svaru, hloubce závaru, rozsahu rozstříku, rychlosti postupu a poloze svařování. Plyn ochranné atmosféry musí zamezit přístupu okolní atmosféry ke svarové lázni a zabezpečit stabilní hoření elektrického oblouku, pro které musí mít dobré ionizační vlastnosti a dostatečnou tepelnou vodivost.

Ochranné atmosféry z inertních plynů nevstupují do chemické reakce se svarovou lázní. Většinou se používá argon, méně často helium, případně jejich směsi. Argon má sice nižší tepelnou vodivost i ionizační energii, ale schopnost většího závaru v porovnání s heliem. Ochranná atmosféra inertních plynů je vyžadována při svařování slitin hliníku, horčíku, niklu, mědi, titanu a dalších ve 100% čistotě.

Jako aktivní plyn pro ochranné atmosféry, které chemicky a metalurgicky ovlivňují svarovou lázeň, se používá CO₂ buď samotný nebo ve směsích s inertními plyny nebo O₂ ve směsi s argonem. Pro svařování nízkolegovaných ocelí se běžně používají směsi Ar + 15 až 25 % CO₂ (Ar + 10 až 25% CO₂), nejčastěji 82 % Ar + 18 % CO₂. Při svařování korozivzdorných ocelí musí být ve směsi plynů obsah CO₂ maximálně 4 %.

Samotný CO₂ jako ochranný plyn se dnes používá zřídka, protože mimo jiné způsobuje značný rozstřík svarového kovu a tím zvyšuje náklady na konečnou úpravu svařence.

Ochranné plyny jsou při svařování čerpány buď z centrálních podnikových rozvodů, které se používají spíše při sériové výrobě, nebo z tlakových lahví, které jsou vhodnější pro kusovou dílenskou nebo staveništní výrobu. Spotřeba ochranných plynů je součástí svařovacích parametrů a závisí, vedle velikosti a druhu svařovacího proudu, na svařovaném základním a přídavném materiálu. Spotřeba ochranného plynu CO₂ je vyšší o cca 30 % ve srovnání se směsí plynů, např. Ar + CO₂.

Hodnotu průtoku svařovacího plynu většinou doporučují výrobci přídavného materiálu, orientačně se pohybuje cca od 8 do 25 litrů za minutu, ale při svařování hliníku v ochranné atmosféře 100 % He může spotřeba dosáhnout až 40 l/min.

Přídavné materiály



Na povrchu svaru jsou patrné sklovité útvary (sulfidy manganu a křemíku) vzniklé rafinací svarového kovu.

Svařovací dráty pro svařování ocelí se vyrábějí buď plné nebo plněné, tzv. trubičkové dráty, a dodávají se navinuté na cívkách různých hmotností, od 5 do 30 kg. Přídavné materiály obsahují legury a dezoxidační přísady, které rafinují a dezoxidují svarový kov a dolegovávají vypalované a další požadované prvky. Plné dráty se vyrábějí tažením za studena na požadované průměry, které se pohybují od 0,8 do 1,6 mm. Legování prvky, které jsou obsaženy přímo v drátech, je z metalurgického hlediska náročnější při výrobě. Plněné dráty se svinují z plechů s podélným švem jako tvarově uzavřené nebo bezešvé, podélně vysokofrekvenčně svařené. Pláště se vyrábějí většinou z nízkouhlíkové oceli. Náplně jsou ze struskotvorných přísad a tavidel bazických, kyselých, rutilových, fluoridových, případně jejich kombinací. Legury a dezoxidační přísady se většinou přidávají do náplně.

Relativně malé rozšíření plněných elektrod ve svařovacích provozech je způsobeno jejich vyšší pořizovací cenou, která je zhruba dvojnásobek až trojnásobek ceny plného drátu



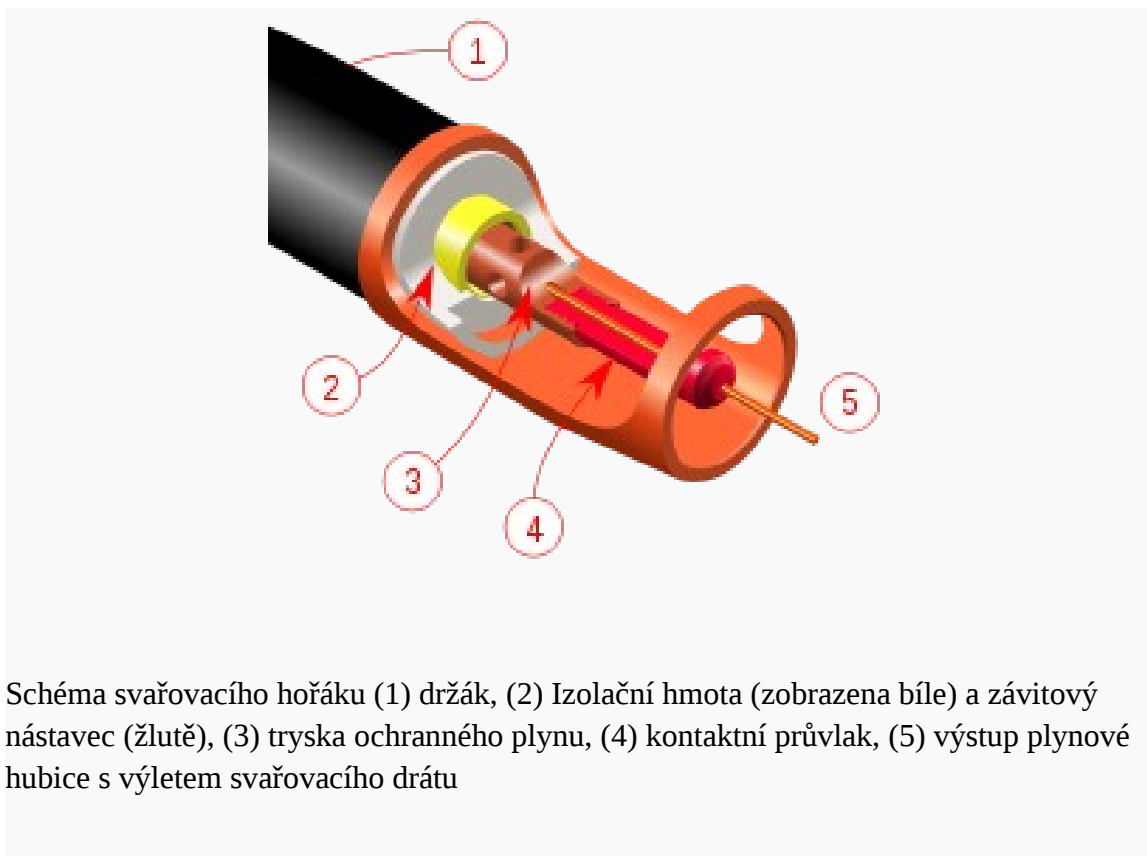
Cívka 15 kg



Balení Marathon 250-450 kg

Přídavný materiál pro svařování ocelí je legován mnoha prvky pro zajištění požadovaných vlastností. Vedle železa, které tvoří největší objem, obsahuje přídavný materiál uhlík, mangan, křemík, fosfor, titan, zirkon, hliník, nikl, molybden, chrom, vanad a další, v závislosti na druhu oceli (nizkolegovaná, korozivzdorná, atd.) a požadovaných vlastnostech svaru.

Uhlík zvyšuje pevnost a křehkost oceli, ale snižuje houževnatost a tím zvyšuje riziko vzniku trhlin za studena. Mangan a křemík jednak dezoxidují svarovou lázeň a jednak ji zbavují síry, neboť mají vyšší afinitu k síře než železo. Křemík navíc upravuje tekutost strusky tak, aby snadno vyplavala na povrch svarové lázně při tuhnutí. Křemíkem se rovněž leguje pro zvýšení pevnosti svarového kovu. Optimální poměr obsahu manganu ku křemíku se udává 1,5 až 1,8 ku 1 (2 ku 1). Obsah fosforu a síry by měl být co nejnižší, protože oba prvky jsou nečistotami a zvyšují riziko vzniku trhlin za horka. Titan, niob, tantal, zirkon i hliník se legují pro svoji dezoxidační a precipitační funkci ve svarech mikrolegovaných jemnozrnných ocelí za vzniku karbidů, nitridů a karbonitridů, navíc tyto mikrolegury snižují riziko vzniku pórů ve svarech. Molybden a vanad zvyšují pevnost a houževnatost svarů, zvláště při provozu svařenců z vysocelegovaných ocelí za zvýšené teploty, oceli žáruvzdorné a žárupevné. Chrom je základní legurou přídavných materiálů všech korozivzdorných ocelí, nikl pak pro austenitické a feriticko-austenitické korozivzdorné oceli. Velmi často se svařovací dráty poměďují, aby se snížilo tření při průchodu z podavače do svařovacího hořáku a aby se snížil odpor v kontaktním průvlaku.



Vybavení

Pro svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře se používají svařovací zdroje s plochou statickou charakteristikou. Pro svařování ocelí se používá většinou stejnosměrný nebo usměrněný proud s nepřímým zapojením elektrody, tj. elektroda je zapojena ke kladnému pólu. Pro svařování hliníku a jeho slitin se používá střídavý proud. Podavač svařovacího drátu je mechanické zařízení, které ze zásobníku či cívky odvíjí svařovací drát a přes kladkový mechanismus (jedno, dvou nebo čtyřkladkový) jej sune multifunkčním kabelem do svařovacího hořáku. Multifunkční kabel v sobě integruje také vodič elektrické energie, hadici chladicího média (vody) a plynovou hadici ochranného plynu. Je připojen ke svařovacímu zdroji a zdroji plynu rychlospojkou. Mezi plynovou hadicí a zásobníkem plynu musí být redukční ventil, který upravuje průtok a tlak plynu. K uzavření elektrického obvodu mezi svařovacím zdrojem a svařencem je kromě multifunkčního kabelu třeba ještě uzemňovací kabel, který je nutné připojit ke svařovanému dílu. Pracovním nástrojem svářeče je svařovací hořák, kterým prochází svařovací drát. Svařovací drát je v kontaktní špičce napájen elektrickou energií. Hořák je zakončen hubicí, kterou proudí na výstupu okolo svařovacího drátu ochranný plyn. Protože se při svařování dosahují vysoké teploty, je nutné svařovací hořák z provozně-technologických důvodů chladit. Chlazení se provádí cirkulací vody mezi hořákem a svařovacím zdrojem, do kterého je integrován tepelný výměník.

Tyto metody lze velmi dobře zautomatizovat a použít jako součást jednoúčelových nebo univerzálních automatizovaných svařovacích linek nebo průmyslových robotů.

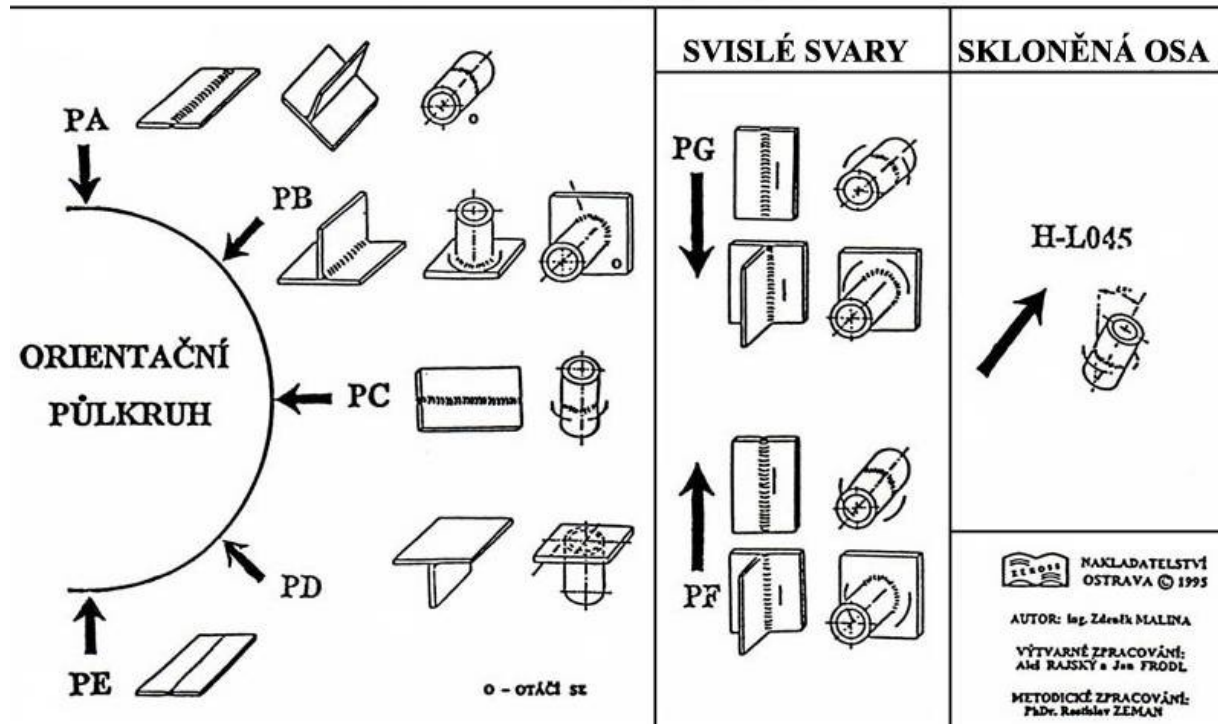
Svařovací zdroj by měl být dostatečně dimenzován na nepřetržitý provoz (zatěžovatel 100 %). Svařovací hořák by měl mít samočisticí funkci. Jedním z téměř nezbytných prvků vybavení robotizovaného svařovacího pracoviště je polohovadlo, které umožní svařenec napolohovat tak, aby robot se svařovací hlavicí dosáhl na svařové plochy v požadované poloze svařování.

Typy a polohy svarů

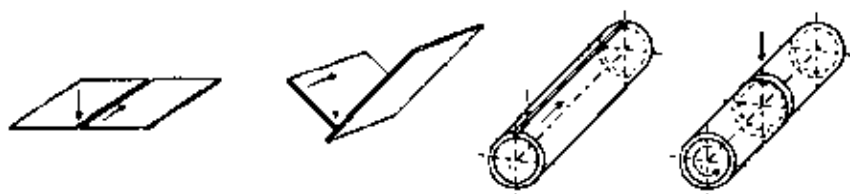
Známe dva základní typy svarových spojů. Spoje koutové, značka **FW** a spoje tupé, značka **BW**.

Polohy svařování- učební pomůcka pro určení polohy

POLOHY SVAŘOVÁNÍ PODLE ISO 6947



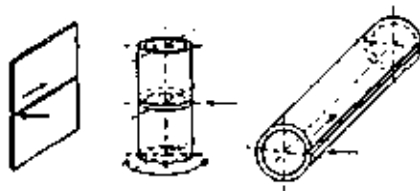
Rozsahy poloh svařování



a) PA: poloha vodorovná šlora



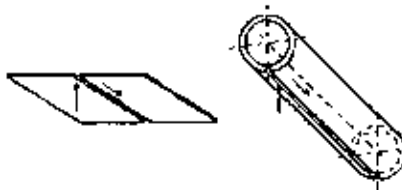
b) PB: poloha vodorovná šikmo šlora



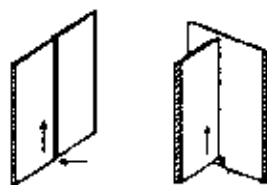
c) PC: poloha vodorovná



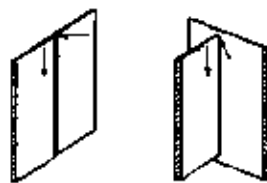
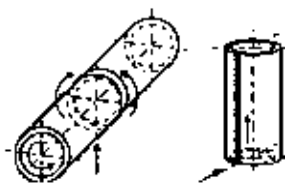
d) PD: poloha vodorovná šikmo nad hlavou



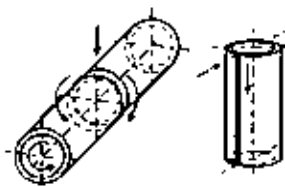
e) PE: poloha vodorovná nad hlavou



f) PF: poloha svislá nahoru




g) PG: poloha svislá dolů



Vady ve svarech

Vady ve svarech a jejich určování přípustnosti vychází nomy EN ISO 5817. Vady rozeznáváme vnější a vnitřní. Základním parametrem hodnocení je síla základního materiálu (h) a skupina hodnocení (B,C,D). Každá vada má svůj přesný popis a číselné označení. Vadám předcházíme dodržováním postupů svařování a určených parametrů.



ZNAČKY


a - jmenovitá velikost koutového svaru
b - šířka převýšení svaru
h - výška nebo šířka vady
t - tloušťka plechu

503 Nadměrné převýšení koutového svaru

$t \geq 0,5$

b =	5
h =	1,5 B
h =	1,75 C
h =	2,25 D

h = 1 mm + 0,1 b, max. 3 mm
h = 1 mm + 0,15 b, max. 4 mm
h = 1 mm + 0,25 b, max. 5 mm



ČSN EN ISO 5817

URČOVÁNÍ STUPNŮ JAKOSTI

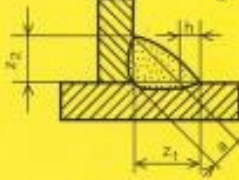
mezí hodnoty vybraných typů vad koutových svarů pro stupně jakosti B,C,D

512 Nadměrná asymetrie koutového svaru

$t \geq 0,5$

a =	5
h =	2,25 B
h =	2,75 C
h =	3,0 D

h = 1,5 mm + 0,15 a
h = 2 mm + 0,15 a
h = 2 mm + 0,2 a




5214 Překročení velikosti koutového svaru

$t \geq 0,5$

a =	5	
h =	1,75 B	
h =	2,00 C	
h =	*	D

h = 1 mm + 0,15 a, max. 3 mm
h = 1 mm + 0,20 a, max. 4 mm
Neomezeno




ESAB

5213 Podkročení velikosti koutového svaru

$t \geq 0,5$ až 3 $t > 3$

a =	5
h =	*
h =	0,8
h =	0,8

B Nepřípustné
C Krátké vady h = 0,3 mm + 0,1 a, max. 1mm
D Krátké vady h = 0,3 mm + 0,1 a, max. 2mm




617 Špatné sestavení koutových svarů

$t \geq 0,5$ až 3 $t > 3$

a =	5
h =	1,0
h =	1,5
h =	2,5

B h = 0,5 mm + 0,1 a, max. 2 mm
C h = 0,5 mm + 0,2 a, max. 3 mm
D h = 1 mm + 0,3 a, max. 4 mm



Červené hodnoty
t ≥ 0,5 až 3 mm

Černé hodnoty
t > 3 mm

B Nepřípustné
C Krátké vady h = 0,2mm
D Krátké vady h = 0,2 mm + 0,1 a

ZEROSS

2005