



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

SVAŘITELNOST

Svařitelnost - technologická vlastnost, která udává jak je materiál způsobilý vytvořit za určitých podmínek svařování spoje předepsané jakosti a konstrukční spolehlivosti.

Faktory ovlivňující svařitelnost:

a) Materiálové

- chemické složení
- způsob výroby materiálu
- způsob lití a tváření polotovaru
- tepelné zpracování materiálu

b) Konstrukční

- způsob namáhání
- tloušťka materiálu
- tvar, velikost, uspořádání a počet spojů
- rozložení svarů v závislosti na namáhání

c) Technologické

- metoda svařování (tepelný příkon)
- přídavný materiál
- parametry svařování

d) Provozní

- požadavky na bezpečnost svarového spoje

SVAŘITELNOST OCELÍ

Svařitelnost jednotlivých kovových materiálů a jejich slitin je velmi rozdílná, uvádí se v normách jakosti (materiálových listech)

Stupně svařitelnosti jsou dány normou ČSN takto:

Zaručená svařitelnost (stupeň 1a)

Zaručená podmíněná svařitelnost (stupeň 1b)

Dobrá svařitelnost - nezaručená (stupeň 2)

Obtížná svařitelnost - nezaručená (stupeň 3)

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zaručená svařitelnost výrobce zaručuje svařitelnost bez nutnosti dodržení nějakých předem daných podmínek

Zaručená podmíněná svařitelnost znamená, že výrobce zaručuje svařitelnost oceli při dodržení předem určených podmínek uvedených v materiálových listech ČSN. Svařitelnost je podmíněna pro danou tloušťku průřezu oceli tepelným zpracováním před svařováním, teplotou předehřevu, dohřevu, mezi ochlazením, tepelným zpracováním po svařování a měrným tepelným příkonem svařování.

Dobrá svařitelnost znamená, že výrobce nezaručuje svařitelnost oceli, avšak u oceli je možno dosáhnout použitím vhodné technologie svařování ve většině případů vyhovující svarový spoj.

Obtížná svařitelnost znamená, že u oceli nelze zpravidla dosáhnout vyhovující jakost svarového spoje, ani při dodržení zvláštních opatření při svařování.

1) Svařitelnost nelegovaných ocelí

Tavná svařitelnost nelegovaných ocelí je ovlivněná především obsahem uhlíku do 0,22% C jsou tyto oceli dobře svařitelné (pro tloušťky nad 25 mm musí být předehřáty)

Nad 0,5% C se nelegované oceli nedoporučují svařovat, především v sériové výrobě. Čím větší obsah uhlíku oceli mají, tím je horší svařitelnost. Zhoršení svařitelnosti je způsobeno rychlým místním ohřátím materiálu a jeho následným prudkým ochlazením, které vede k zakalení, tedy vzniku martenzitické velmi křehké struktury. V přechodové oblasti mezi svarem tepelně neovlivněným materiálem vznikají vnitřní pnutí, která mohou vést ke vzniku trhlin či praskání svaru. Platí: dobře kalitelné oceli jsou obtížně svařitelné.

Bez zvláštních technologických opatření lze svařovat ocele, které mají $C \leq 0,22\%$, ocele, které mají $C_e > 0,22\%$ se musí předehřívát.

Teplota předehřevu v závislosti na obsahu uhlíku

Obsah uhlíku[%]	Teplota předehřevu [°C]
0,2 až 0,3	100 až 150
0,3 až 0,45	150 až 275
0,45 až 0,8	275 až 425

2) Svařitelnost legovaných ocelí

Prvky ovlivňující svařitelnost:

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Křemík nemá přímo na svařitelnost velký vliv. Váže však na sebe kyslík rozpuštěný ve svarové lázni, čímž zabraňuje tvorbě CO při tuhnutí svaru a tím tvorbě pórů ve svarovém kovu. Je-li současně přítomen manga je struska tekutější, dobře se odděluje od kovu a klesá její obsah ve svarové lázni. Zvýší se tím houževnatost svarového kovu.

Mangan je ve svařování vítanou přísadou. Zvyšuje pevnost. Zmenšuje náchylnost ke tvorbě trhlin za horka zapříčiněnou vyšším obsahem síry ve svarovém kovu. Má podobně jako křemík dezoxidační účinek na svarovou lázeň.

Molybden, Vanad, Titan zlepšují svařitelnost do obsahu 1 %, zlepšují pevnost.

Síra zhoršuje svařitelnost a způsobuje lámavost za tepla. Způsobuje vznik trhlin za horka a póry ve svarovém kovu. Maximální obsah síry v oceli pro svařování by neměl přesáhnout 0,03%.

Fosfor při obsahu $P > 0,06\%$ nepříznivě ovlivňuje svařitelnost a zvyšuje sklon k tvorbě trhlin, je považován za nečistotu ve svarovém kovu. Obsah fosforu by neměl přesáhnout 0,03%.

Nikl, Chrom, Kyslík, Vodík, Dusík zhoršují svařitelnost a způsobují lámavost za studena.

Svařitelnost je posuzována především podle prokalitelnosti

Vliv jednotlivých legujících prvků na ta tavnou svařitelnost je vyjádřen pomocí uhlíkového ekvivalentu C_e , který má být nižší než 0,5%.

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} + 0,0024t$$

t [mm] je tloušťka materiálu

C, Mn, Cr, Ni, Mo, Cu a P [%] obsah prvků ve svařovaném materiálu
(tato rovnice platí do obsahu $C=0,22\%$; $Mn=1,6\%$; $Cr=1,0\%$; $Ni=3,0\%$;
 $Mo=0,6\%$; $V=0,14\%$; $Cu=0,3\%$; $P=0,03\%$)

Bez zvláštních technologických opatření lze svařovat ocele, které mají $C_e \leq 0,5\%$, ocele, které mají $C_e > 0,5\%$ se musí předehřívat.

Existují i jiné vzorce pro určování uhlíkových ekvivalentů vycházející z chemického složení svařovaného materiálu, druhu a provedení spoje, průměru elektrody, či metody svařování.

3) svařitelnost litiny

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje.

V současné době se většinou používají následující typy litin:

- šedá litina
- očkovaná litina
- tvárná litina
- temperovaná litina
- bílá litina

Svařitelnost litin ovlivňuje vysoký obsah uhlíku. Protože různé typy litiny mají velmi široký rozsah chemického složení a vlastností, jejich svařitelnost je též velmi rozdílná. Některé typy litin se svařují při dodržení určitých podmínek celkem běžně, jiné jsou nesvařitelné. Všechny typy litin uvedené výše se dají úspěšně svařovat, s výjimkou litiny bílé, která je pro svou extrémní křehkost nesvařitelná. Před svařováním je nutné litiny předehřívání po svařování žihání.

4) Svařitelnost hliníku a jeho slitin

Svařitelnost hliníku ovlivňuje tenká oxidická vrstva Al_2O_3 , která se tvoří na povrchu a má vysokou stabilitu za vyšších teplot. Teplota tání oxidu hliníku je 2050°C . Al_2O_3 se nerozpouští v roztaveném kovu a proto se musí před svařováním i při svařování ze svařovaného místa odstranit. Když se oxid neodstraní, anebo nerozruší, může dojít ke vzniku neprůvarů. Na svařitelnost hliníku má vliv i jeho vysoká tepelná a elektrická vodivost (4 x větší než u ocelí) při svařování je potřeba větší tepelný příkon a před svařováním materiál předehřát.

5) Svařitelnost mědi a jejích slitin

Svařitelnost mědi je ovlivněna především její vysokou tepelnou vodivostí. Abychom dosáhli a udrželi pracovní teplotu na svařovaném místě, je nutný vyšší tepelný příkon. Při příliš malém přívodu tepla se potřebná pracovní teplota nedosáhne; při příliš velkém přívodu tepla se svařované místo celé roztaví. V důsledku velké tepelné vodivosti mědi tuhne roztavený materiál za postupujícím svazkem velmi rychle, takže případně se vyskytující plynné složky nestačí uniknout a jsou příčinou pórovitosti svaru. Svařitelnost mědi ovlivňuje obsah nečistot maximální procentuální zastoupení kyslíku je 0,02% Fosforu 0,05 %. Bronzy jsou vesměs dobře svařitelné. Pro slitiny mědi se zinkem (mosazi) vhodné nejsou všechny způsoby svařování, při nevhodné volbě svařovací metody dochází rozstříkávání svarové hmoty, praskání svaru či vypařování zinku.

Použitá literatura:

LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

HLUCHÝ, M. KOLOUCH, J. PAŇÁK, R. *Strojírenská technologie 2-1. díl, Polotovary a jejich technologičnost*. Praha: SCIENTIA, 2001. ISBN 80-7183-244-8

KOVAŘÍK, R. ČERNÝ, F. *Technologie svařování*. Plzeň: ZČU v Plzni, 2000

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje.