

Ruční plamenové svařování kyslíko-acetylénovým plamenem

Výukový materiál

Ing. R. Bartoňová; M. Erla; Ing. J. Polášek; M. Vrbka

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu CZ.1.07/1.1.07/03.0027
Tvorba elektronických učebnic

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

O projektu Rozvoj 2014

Základní údaje o projektu:

Název projektu:	Rozvoj přírodovědného a technického vzdělávání na SOŠ a SOU v Kopřivnici
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
Prioritní osa:	7.1 Počáteční vzdělávání
Oblast podpory:	7.1.1 Zvyšování kvality ve vzdělávání
Předkladatel:	Vyšší odborná škola, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Kopřivnice, příspěvková organizace
Partner projektu:	Porgest, a.s.
Rozpočet projektu:	9 288 965,12 Kč
Doba realizace:	14. 02. 2012 - 30. 09. 2014 (32 měsíců)

Cílem projektu, zkráceně nazvaného Rozvoj 2014, je zvýšení kvality výuky přírodovědných i technických předmětů a odborného výcviku na VOŠ, SOŠ a SOU Kopřivnice prostřednictvím inovací obsahu příslušných vzdělávacích modulů, tvorby nových výukových i metodických materiálů a pořízení moderního vybavení pro výuku odpovídajících předmětů.

Projekt je řešen v těsné spolupráci s podniky - zaměstnavateli v regionu, abychom dosáhli co nejužšího propojení výuky s praxí. Využíváme zkušenosti partnera projektu – firmy Porgest, a. s. i dalších podniků, které projevíly zájem s námi spolupracovat.

Modernizace výuky je zaměřena na tři oblasti:

- svařování,
- strojírenství,
- přírodní vědy (fyzika, chemie, biologie).

V období realizace projektu bylo vytvořeno celkem 10 vzdělávacích modulů zahrnujících metodické texty pro učitele, výukové texty pro žáky, prezentace i videosekvence. Bylo obnoveno vybavení svářečské dílny a strojní laboratoře, doplněno vybavení chemické laboratoře a vybudována nová učebna přírodovědných předmětů. Další informace a výstupy projektu jsou k dispozici na stránkách projektu www.voskop.cz/rozvoj.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

OBSAH

Obsah

1	Bezpečnostní ustanovení	9
1.1	Oprávnění ke svařování	11
1.2	Platnosti svářečského oprávnění	11
1.3	Bezpečnostní ustanovení v provozu svařovny	11
1.3.1	Nebezpečí při svařování	11
1.3.2	Nebezpečí úrazem elektrickým proudem	11
1.3.3	Nebezpečí popálením	12
1.3.4	Nebezpečí rozstříku kovu a úlomky strusky	12
1.3.5	Nebezpečí svářečského aerosolu	12
1.3.6	Záření	12
1.3.7	Hluk	12
1.3.8	Mikroklimatické podmínky	12
1.4	Svařování se zvýšeným nebezpečím	13
1.4.1	Písemný příkaz na vykonávání prací se zvýšeným nebezpečím	13
1.4.2	Bezpečnostní opatření pro práci v těsných a uzavřených prostorech.	13
1.4.3	Bezpečnostní opatření pro svařování v potrubích, v zařízeních a v znečištěných nádobách. ...	13
1.4.4	Bezpečnostní opatření pro práci v prostorech s nebezpečím výbuchu a požáru.	14
1.4.5	Bezpečnostní opatření pro práci v nádobách, zařízeních a potrubích pod tlakem.	14
1.4.6	Bezpečnostní opatření pro práci v prostředí s nevyhovujícím ovzduším	15
1.4.7	Bezpečnostní opatření pro práci se zvýšeným nebezpečím záření	15
1.4.8	Bezpečnostní opatření pro práci v neúnosných mikroklimatických podmínkách	15
1.4.9	Bezpečnostní opatření pro práci se zvýšeným nebezpečím hluku	16
1.5	Příslušenství na plyn	16
1.5.1	Obsluha láhví a jejich příslušenství	17
1.5.2	Přeprava a uskladňování láhví	19
1.5.3	Hadice	20
1.6	Svářecí pracoviště a jeho provoz	21
1.6.1	Údržba a oprava zařízení určeného pro svařování	21

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

1.7	Bezpečnostní ustanovení pro plamenové svařování kovů	22
1.7.1	Škodliviny při svařování	22
1.7.2	Práce se zvýšeným nebezpečím	22
1.7.3	Manipulace s láhvemi.....	22
1.7.4	Rozvod plynu	23
1.7.5	Přeprava a umístění plynových lahví na pracovišti	24
1.7.6	Nebezpečí vznícení a výbuchu plynu.....	24
1.7.7	Acetylenový rozvod a bezpečnostní předlohy.....	24
1.7.8	Svářecí zařízení	25
1.8	Podmínky požární bezpečnosti.....	25
1.8.1	Podmínky před zahájením svařování	25
1.8.2	Opatření proti vzniku a šíření požáru	26
1.8.3	Podmínky po skončení svařování	26
1.9	Svářečská pracoviště	26
1.9.1	Požadavky na přilehlé prostory	28
2	Nauka o materiálu	29
2.1	Úvod	29
2.2	Struktura a složení oceli	29
2.3	Rovnovážný diagram železo - karbid železa	30
2.4	Rozdělení a značení ocelí.....	32
2.4.1	Podle ČSN 42 0002	32
2.4.2	Podle ČSN EN 10027-1 (ČSN EN 10027-2)	37
2.5	Svařitelnost ocelí s ohledem na obsah uhlíku a tloušťku základního materiálu	43
2.6	Stupně svařitelnosti.....	44
2.7	Určení obsahu uhlíku u jednotlivých tříd ocelí.....	44
2.8	Tepelné zpracování oceli	45
2.9	Tepelně ovlivněná oblast při svařování a závar.....	45
3	Přídavné materiály	46
3.1	Svařovací dráty	46
3.1.1	Použití a volba drátu.....	46
3.1.2	Rozdělení svařovacích drátů.....	46

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

3.1.3	Označení svařovacích drátů.....	46
3.2	Tavidla	47
4	Technické plyny	48
4.1	Kyslík (O ₂)	48
4.2	Acetylén (C ₂ H ₂).....	48
4.3	Vodík (H ₂)	48
4.4	Svítiplyn (směs uhlovodíků).....	48
4.5	Propan (C ₃ H ₈) Butan (C ₄ H ₁₀).....	49
5	Zařízení pro plamenové svařování	52
5.1	Tlakové láhve.....	52
5.2	Acetylenové vyvíječe	53
5.3	Láhvé ventily.....	54
5.4	Redukční ventily	54
5.5	Hadice.....	56
5.6	Svařovací hořáky.....	56
5.7	Acetylenové bezpečnostní předlohy	58
5.8	Baterie tlakových lahví	58
5.9	Spořič plynů	59
5.10	Pojistka proti zpětnému šlehnutí plamene	59
6	Technologie svařování.....	60
6.1	Druhy plamenů.....	60
6.1.1	Podle poměru mísení plynů.....	60
6.1.2	Podle výstupní rychlosti plynů.....	60
6.2	Postupy svařování	61
6.2.1	Postup vpřed	61
6.2.2	Postup vzad	61
6.3	Příprava svarových ploch.....	61
6.4	Stehování.....	61
6.5	Zapalování plamene	62
6.6	Zhasínání plamene	62
6.7	Druhy svarů	62

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

6.7.1	I svar v poloze vodorovné shora, svařování vpřed	62
6.7.2	I svar v poloze vodorovné shora, svařování vzad	63
6.7.3	I svar v poloze svislé	63
6.7.4	I svar v poloze vodorovné.....	64
6.7.5	Koutový svar	64
7	Řezání kyslíkem	69
7.1	Charakteristika technologie řezání kyslíkem	69
7.2	Podmínky pro řezání kovů kyslíkem	69
7.2.1	Podmínky dělení materiálu	69
7.2.2	Zařízení dělení kyslíkem	70
7.2.3	Zařízení pro ruční řezání (ruční hořáky)	70
7.2.4	Zařízení pro strojní řezání.....	71
7.2.5	Tlakové láhve.....	72
7.2.6	Pokyny pro manipulaci s láhvemi.....	72
7.2.7	Láhvové ventily.....	73
7.2.8	Redukční ventily	73
7.2.9	Hadicové pojistky	73
7.2.10	Předlohy	73
7.3	Technologie řezání kyslíkem.....	74
7.3.1	Plyny používané pro řezání kyslíkem.....	74
7.3.2	Parametry pro řezání.....	74
7.3.3	Rychlost řezání	75
7.3.4	Tlak řezacího kyslíku	75
7.3.5	Vzdálenost řezací hubice od povrchu řezaného materiálu	76
7.3.6	Kvalita řezných hran	77
7.3.7	Vady řezů	77
7.4	Zvláštní metody řezání kyslíkem	80
7.4.1	Drážkování kyslíkem	80
7.4.2	Hoblování oceli kyslíkem	80
7.4.3	Hoblování pomocí prášků a kyslíku	80
8	Deformace a pnutí ve svarech.....	83

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

9	Vady ve svařech.....	87
9.1	Rozdělení vad	87
9.2	Klasifikace vad	87
9.3	Označování vad	90
10	Zkoušky svarů	92
10.1	Rozdělení zkoušek	92
10.2	Destruktivní zkoušky.....	92
10.2.1	Zkoušky tvrdosti	92
10.2.2	Zkoušky lámavosti svarů.....	94
10.2.3	Tahové zkoušky	94
10.2.4	Zkoušky rázem v ohybu	95
10.2.5	Zkoušky rozlomením.....	96
10.2.6	Zkoušky struktury	96
10.3	Nedestruktivní zkoušky	96
10.3.1	Vizuální kontrola.....	96
10.3.2	Penetrační (kapilární) zkouška	97
10.3.3	Magnetická prášková zkouška.....	98
10.3.4	Prozařovací zkoušky	99
10.3.5	Ultrazvukové zkoušky	101
11	Předpisy a normy pro svařování.....	104
11.1	Předmět normy	104
11.2	Definice.....	104
11.3	Označení kurzů	105
11.3.1	Metody svařování.....	105
11.3.2	Svařované materiály.....	106
11.3.3	Označení zaškolení	106
12	Označování zkoušek	107
12.1	Označení kvalifikační zkoušky zaškoleného pracovníka.....	107
12.2	Označení kvalifikační zkoušky účastníka základního kurzu	107
13	Organizace školení pracovníků ve svařování.....	108
13.1	Zaškolení pracovníků	108

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

13.2	Základní kurzy.....	108
13.3	Rozšíření oprávnění základního kurzu.....	108
14	Zkoušky.....	109
14.1	Všeobecně	109
14.2	Zaškolení svářečských pracovníků.....	109
14.3	Základní kurz.....	110
14.4	Technologické podmínky svařování kovů.....	110
14.5	Posuzování zkoušky v základním kurzu	111
14.6	Vyhodnocení vzorků při svařování kovových materiálů.....	111
14.7	Hodnocení praktické zkoušky	111
14.8	Opravná zkouška	111
15	Rozsah oprávnění a platnost zkoušky	112
15.1	Obecně	112
15.2	Metoda svařování.....	112
15.3	Platnost Osvědčení o zaškolení pracovníka.....	112
15.4	Platnost Osvědčení o základním kurzu.....	112
15.5	Základní kurz – protokol o zkoušce	112
15.6	Osvědčení o základním kurzu svařování.....	113
15.7	Průkaz odborné kvalifikace (svářečský průkaz).....	113
15.8	Zrušení svářečské školy	113
16	ČSN EN 22553 svarové a pájené spoje – označování na výkrese	114
16.1	Doplňující značky	114
16.2	Velikost svarů	116
17	Fotografie	118
	Literatura a informační zdroje.....	117

Bezpečnostní ustanovení

1 Bezpečnostní ustanovení

Dle norem:

ČSN 050600 - Bezpečnostní ustanovení pro svařování. Projektování a příprava pracovišť.

ČSN 050601 - Svařování. Bezpečnostní ustanovení pro svařování. Provoz.

Norma nám říká o bezpečnostních požadavcích na svařování, navařování, tepelné dělení materiálu při použití svářecích zařízení.

ČSN 050610 - Svařování. Bezpečnostní ustanovení pro plamenné svařování a řezání kovů.

Norma hovoří o bezpečnostním opatření pro obsluhu, nastavování, programování, údržbu a opravu zařízení pro plamenové svařování a řezání kovů.

Vyhláška 87/2000 Sb. - stanovuje podmínky požární bezpečnosti při svařování.

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 1 Základní ustrojení svářeče

Bezpečnostní ustanovení

1.1 Oprávnění ke svařování

- a) osoby, které prokáží na svářečském pracovišti svoji odbornou způsobilost ke svařování,
- b) osoby, které jsou ve výcviku svářečského kurzu a jsou pod přímým dozorem svářečského instruktora,
- c) žáci SOU a škol praktického vyučování (mladších 18 let) s platným dokladem odborné způsobilosti.

1.2 Platnosti svářečského oprávnění

- a) potvrzení zaměstnavatele ve svářečském průkazu (provádění svářečských prací),
- b) potvrzení svářečského technologa o periodickém přezkoušení z bezpečnostního ustanovení dle platných norem, které nesmí být starší 2 let,
- c) lékařské potvrzení o zdravotní způsobilosti ke svařování:
 - do 50 let lékařské potvrzení každých 5 let,
 - nad 50 let lékařské potvrzení po 3 letech.

1.3 Bezpečnostní ustanovení v provozu svařovny

1.3.1 Nebezpečí při svařování

- a) úraz elektrickým proudem,
- b) popálení,
- c) rozstřík kovu a úlomky strusky,
- d) svářečský aerosol,
- e) záření,
- f) hluk,
- g) mikroklimatické podmínky.

1.3.2 Nebezpečí úrazem elektrickým proudem

Úrazu je nutné zabránit vyloučením dotyku pracovníka s živými součástmi zařízení, jestliže jeho napětí je vyšší než bezpečné napětí živých částí.

Při vzniklé poruše viditelného úniku chladicí kapaliny je povinností svářeče zařízení vypnout a vzniklou poruchu nechat opravit pověřeným údržbářem.

Přenosná lampa, použitá v uzavřeném prostoru, musí mít bezpečné napětí a oddělovací transformátor musí být umístěn mimo tento prostor.

Bezpečnostní ustanovení

1.3.3 Nebezpečí popálením

Používat osobní ochranné prostředky.

Zkontrolovat místo svařování, zdali nejsou přítomny hořlavé látky, a zabezpečit předepsanou ochranu osob.

1.3.4 Nebezpečí rozstříku kovu a úlomky strusky

Nutno zajistit ochranu zraku, tváře a jiných částí těla osobními ochrannými prostředky (ochranné brýle, kukla, štít, svářečské rukavice s manžetou, kožená obuv, kožená zástěra, impregnované svářecí montérky).

1.3.5 Nebezpečí svářečského aerosolu

V dýchací zóně svářeče nesmí být překročeno přípustné množství škodlivin (přívod čerstvého vzduchu).

Škodliviny nesmí procházet dýchací zónou svářeče – důležité je umístění sacích nadstavců do správné polohy.

Je zakázáno přivádět kyslík do dýchacího prostoru svářeče a k místu svařování.

1.3.6 Záření

Abychom odstranili nebezpečí záření (infračervené, vysokofrekvenční, ultrafialové, viditelné, ionizující), je nutné používat osobní ochranné prostředky (ochranné brýle, kukla, štít, svářečské rukavice s manžetou, kožená obuv, kožená zástěra, impregnované svářecí montérky). Okolí pracoviště musí být ochráněno clonami, závěsy a kryty.

- Za rozestavění závěsů, clon a krytů je zodpovědný svářeč.
- Zástěny musí být z nehořlavého nebo nízko hořlavého materiálu.

1.3.7 Hluk

Zdroj hluku je nutné umístit mimo svářecí pracoviště. Pracovník musí být ochráněn osobními ochrannými prostředky (zátkové chrániče, protihluková přilba a protihluková sluchátka).

1.3.8 Mikroklimatické podmínky

Používat vhodný oděv.

Používat prostředky proti šíření tepla (clony, kryty, závěsy).

Bezpečnostní ustanovení

1.4 Svařování se zvýšeným nebezpečím

- a) větší pravděpodobnost požáru, výbuchu, poškození zdraví, úrazu,
- b) nejvyšší přípustná dlouhodobá pracovní zátěž,
- c) před začátkem svářečských prací je nutné vyhodnotit z hlediska nebezpečí pracovní místo i okolí (nad, pod, vedle), jestli nejde o práci se zvýšeným nebezpečím.

1.4.1 Písemný příkaz k vykonávání prací se zvýšeným nebezpečím

Provádět práce se zvýšeným nebezpečím je možné jen na písemný příkaz a po doplněných bezpečnostních opatřeních. Pokud se změní podmínky práce nebo pracovníci, musí se vystavit příkaz nový.

Zplnomocněný pracovník je osoba pověřená organizací, která vystavuje písemný příkaz a kontroluje v něm uvedené nařízení.

V příkazu je i uveden odborník v dané oblasti (hasič, bezpečnostní technik apod.).

V nařízení musí být doba platnosti a stanovený dohled dalších osob.

Při opakování činnosti uvedené v písemném příkazu se stává pracovní postupem, který nesmí být v rozporu s bezpečnostním ustanovením.

1.4.2 Bezpečnostní opatření pro práci v těsných a uzavřených prostorech

Zvýšené nebezpečí otravy a zadušení je nutné v prostoru zabezpečit odsáváním a přívodem čerstvého vzduchu.

Rozbor ovzduší je nutné udělat bezprostředně před začátkem prací a po pracovní přestávce. Musí se udělat opatření, aby koncentrace plynů, par a prachu nedosáhla nebezpečné koncentrace (otravy a zadušení).

Minimálně dvě osoby musí být přítomny při práci se zvýšeným nebezpečím otravy a zadušení. Svářeč pracující v tomto prostoru musí být dostatečně ochráněn, aby mohl být bez problému vyproštěn z tohoto prostoru.

Druhý pracovník se zdržuje mimo prostor a je připraven v případě ohrožení svářeče zasáhnout. Jestli to situace vyžaduje, musí být přítomen další pracovník.

Jestliže opatření pro svařovací práce se zvýšeným nebezpečím otravy a zadušením nejsou dostatečné, je nutné přivádět čistý vzduch do dýchací zóny svářeče.

S potrubími, zařízeními nebo nádobami, u nichž nelze identifikovat jejich obsah, se musí zacházet tak, jako by měly nebezpečný obsah.

1.4.3 Bezpečnostní opatření pro svařování v potrubích, v zařízeních a v znečištěných nádobách

Je nutné zajistit přívod čerstvého vzduchu do svařovacího prostoru:

Bezpečnostní ustanovení

- a) jestliže vzniknou plyny nebo páry zdraví škodlivé (nátěry barev, svařování hliníkových nádob),
- b) jestliže mohou vzniknout svářecí plyny, které vstoupí do nádoby po skončení svařování.

1.4.4 Bezpečnostní opatření pro práce v prostorech s nebezpečím výbuchu a požáru

Vzniku výbuchu a požáru v místech svařování a v přilehlých prostorách (pod, nad a vedle) zabráníme odstraněním výbušných a hořlavých látek nebo přikrytím hořlavin nehořlavou látkou, případně odvětráním. Výbušné a hořlavé látky musíme odstranit ve svařovaných nádobách, potrubích a zařízeních, aby nedošlo k vzplanutí.

Při delší odstávce musíme zabránit vytvoření výbušné směsi.

Přilehlé prostory a místa svařování musí být z hlediska nebezpečí požáru a výbuchu kontrolovatelné:

- a) při přerušení a v průběhu svařování,
- b) po skončení svařování a řezání po dobu chladnutí svarku, nejméně však 8 hodin.

1.4.5 Bezpečnostní opatření pro práce v nádobách, zařízeních a potrubích pod tlakem

Je nutná přítomnost alespoň 2 osob. Ochrana svářeče musí být na takové úrovni, aby byl svářeč v případě nebezpečí lehce vyproštěn ze svářecího prostoru.

Druhý pracovník je mimo ohrožený prostor, monitoruje činnost svářeče a v případě nebezpečí musí zasáhnout. Jestliže není schopen zajistit ochranu druhý pracovník, musí být přítomen pracovník další.

Jestliže není zajištěno bezpečnostní opatření proti zadušení a otravě, musí se do dýchací zóny přivádět čistý vzduch přímo do dýchací zóny svářeče. Teplota a vlhkost se musí přizpůsobit potřebám svářeče.

S nádobami, zařízeními a potrubími, které obsahovaly neidentifikovatelný obsah media, je nutné zacházet jako s nebezpečným obsahem.

Vzniku výbuchu a požáru v místech svařování a v přilehlých prostorách (pod, nad a vedle) zabráníme odstraněním výbušných a hořlavých látek nebo přikrytím hořlavin nehořlavou látkou, případně odvětráním. Výbušné a hořlavé látky musíme odstranit ve svařovaných nádobách, potrubích a zařízeních, aby nedošlo k vzplanutí.

Při delší odstávce musíme zabránit vytvoření výbušné směsi.

Přilehlé prostory a místa svařování musí být z hlediska nebezpečí požáru a výbuchu kontrolovatelné:

- a) při přerušení a v průběhu svařování,
- b) po skončení svařování a řezání po dobu chladnutí svarku, nejméně však 8 hodin.

Bezpečnostní ustanovení

1.4.6 Bezpečnostní opatření pro práce v prostředí s nevyhovujícím ovzduším

Zvýšené nebezpečí otravy a zadušení je nutné v prostoru zabezpečit odsáváním a přívodem čerstvého vzduchu.

Rozbor ovzduší je nutné udělat bezprostředně před začátkem prací a po pracovní přestávce. Musí se udělat opatření, aby koncentrace plynů, par a prachu nedosáhla nebezpečné koncentrace (otravy a zadušení).

Minimálně dvě osoby musí být přítomny při práci se zvýšeným nebezpečím otravy a zadušení. Svářeč pracující v tomto prostoru musí být dostatečně ochráněn, aby mohl být bez problému vyproštěn z tohoto prostoru.

Druhý pracovník se zdržuje mimo prostor a je připraven v případě ohrožení svářeče zasáhnout. Jestli to situace vyžaduje, musí být přítomen další pracovník.

Jestliže opatření pro svařovací práce se zvýšeným nebezpečím otravy a zadušením nejsou dostatečná, je nutné přivádět čistý vzduch do dýchací zóny svářeče.

U zařízení, potrubí a nádob, u nichž nelze zjistit jejich obsah, je nutné, aby se s nimi zacházelo tak, jako by měly nebezpečný obsah.

1.4.7 Bezpečnostní opatření pro práce se zvýšeným nebezpečím záření

Před každým začátkem svařování se zvýšeným nebezpečím záření se musí zohlednit tato opatření:

- pro viditelné záření – použít osobní ochranné prostředky (na ochranu očí) a na zabránění oslnění,
- pro ultrafialové záření – použít osobní ochranné prostředky (na ochranu pokožky a zraku),
- pro ionizující záření – vyřadit svářeče z dlouhodobého svařování, použít kombinace zkráceného času pro pobyt v prostředí ionizujícího záření, zvětšit vzdálenost pracovníka od zdroje záření a dostatečně zastínit (např. zástěnami),
- pro infračervené záření – použít osobních ochranných prostředků jako prostředku mezi skutečnou a nejvýše přípustnou hodnotou záření,
- pro vysokofrekvenční záření – kombinovat expozice (střídání svářečů nebo zkrácení času svářečských prací).

1.4.8 Bezpečnostní opatření pro práce v neúnosných mikroklimatických podmínkách

Před začátkem každého svařování je nutné udělat následující opatření:

- upravit režim odpočinku a svařování,
- zajistit možnost regulace mikroklimatických podmínek během svařování,

Bezpečnostní ustanovení

- c) zajistit prostory na ohřívání, ochlazování a regulování podle potřeby svářeče,
- d) použít osobní ochranné prostředky podle charakteru práce a pracovního prostředí (přehřátí, chlad a vlhkost).

1.4.9 Bezpečnostní opatření pro práce se zvýšeným nebezpečím hluku

Před začátkem každého svařování je nutné udělat následující opatření:

- používat osobní ochranné prostředky na ochranu sluchu (špunty do uší, sluchátka),
- nesmí se překračovat nejvyšší přípustná hluková zátěž, která obsahuje:
 - a) střídání pracovišť s rozdílnou hladinou hluku,
 - b) střídání svářečů v délkových intervalech svařování.

1.5 Příslušenství na plyn

Ventily a tlakoměry je možné použít pouze pro daný plyn, pro který byly vyrobeny.

Při použití hořlavých plynů a kyslíku musíme odstranit případné netěsnosti.

Netěsnosti příslušenství a spojů zajišťujeme vodou s pěnotvorným roztokem neobsahující mastnoty (mýdlová voda).



Obr. č. 2 Redukční ventil na acetylen s třmenem a pojistkou proti zpětnému šlehu

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 3 Redukční ventil na kyslík s přesuvnou maticí

1.5.1 Obsluha láhví a jejich příslušenství

Ventily láhví otevíráme ručně bez použití nářadí. Láhve, které nejdou otevřít rukou, se nesmí používat a je nutné je vrátit do plnárny.

Před otevřením láhvého ventilu musíme zkontrolovat, jestli jsou uzavřené ventily na hořáku a povolený šroub redukčního ventilu. Jestliže se zjistí únik z láhvého ventilu, musíme dotáhnout matici ucpávky. Pokud i přesto dochází k úniku plynu, je nutné tuto láhev vrátit do plnárny.

Po otevření láhvého ventilu přezkoušíme těsnost redukčního ventilu v jeho vysokotlaké části.

Potírání kyslíkové láhve a příslušenství mastnotami se důrazně zakazuje!

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 4 Zákaz manipulace s mastnými látkami na zařízení acetylenové soupravy

Láhvové ventily a příslušenství se ochraňují před poškozením. Na láhvvý ventil se nesmí připojovat poškozené matice. Zjištěné nedostatky musíme okamžitě odstranit.

Při delším přerušení svařování musíme láhvové ventily uzavřít, vypustit plyn z hadic a povolit třmeny na redukčních ventilech.

Při svařování na přechodném pracovišti musíme zabezpečit svářecí zařízení před manipulací nepovolených osob.

Prázdné láhve se musejí viditelně označit nápisem PRÁZDNÁ a odvézt do skladu.

Přepouštění plynu z jedné láhve do druhé je zakázáno.

Prázdná láhev acetylenu musí mít minimální přetlak 0,05 MPa.

Ochranný klobouček nasazujeme po vyprázdnění láhve.

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 5 Ochranný klobouček

Ochranné kloboučky musí být umístěny v suchém a čistém prostředí. Tyto kloboučky pevně dotahujeme.

Těsnění kyslíkových láhví nesmí být znečištěno mastnotami a nesmí být zhotoveno z materiálu, který obsahuje i malé množství tuku (např. kůže).

Zamrznuté redukční ventily a příslušenství nikdy nerozmrazujeme plamenem, ale horkou vodou do teploty 200 °C.

1.5.2 Přeprava a uskladňování láhví

Láhve musí být zabezpečeny proti převrnutí a pádu objímkou nebo řetízkem. Musí být volný přístup k láhvím. Láhve nesmí být umístěny tam, kde by je mohla převrhnout pohybující se část svářečského zařízení, pojízdný jeřáb nebo dopravní prostředek.

Bezpečnostní ustanovení

Pokud máme pochybnosti o vhodnosti plynu v láhvích, vrátíme je zpět do plnárny.

Na pracovišti mohou být nejvýše dvě náhradní láhve stejného plynu nebo jiného druhu plynu. Dohromady může být v budově maximálně 15 láhví (40 l) stejného nebo jiného druhu plynu.

Při dodržení bezpečnostních a požárních předpisů může být v budově láhví více, a to pouze v těchto případech:

- a) ve svářecí škole s větším počtem pracovišť pro výuku plamenového svařování,
- b) v provozu, kde technologie výroby vyžaduje větší počet lahví a není možný rozvod plynu.



Obr. č. 6 Uchycení láhví na acetylenovém vozíku

Počet láhví stanovuje zaměstnavatel, u kterého jsou práce vykonávány.

V tomto případě musí být stanoven evakuační plán.

Jestliže jsou láhve vystaveny sálavému teplu, je nutné chránit tyto láhve nehořlavou zástěnou ve vzdálenosti nejméně 0,25 m, přesahující výšku láhve o 200 mm a šířku o 100 mm.

Pokud vznikne oheň na pracovišti, kde jsou umístěny láhve se svářecími plyny anebo v nebezpečné blízkosti takového prostoru, je povinností láhve ochránit. Nejdříve se odstraní láhve plné hořlavého plynu. Pokud není možné včas tyto láhve ochránit, musíme tuto skutečnost nahlásit hasičům.

1.5.3 Hadice

Používáme jen pro typ plynu, pro který jsou vyrobeny.

Bezpečnostní ustanovení

Uchycení hadic na hadicové přípojky se musí připevnit svorkami pro tento účel vyrobenými.

Hadice chráníme proti mechanickému poškození a znečištěním mastnotami.

Hadice musí být těsné. Před začátkem svařování v prostorech se zvýšeným nebezpečím musíme překontrolovat těsnost hadic pěnотvorným roztokem. Zjistíme-li netěsnost, musíme hadici vyměnit, případně odstranit únik plynu.

Každé 3 měsíce musíme překontrolovat těsnost hadic a spojů nejvyšším pracovním přetlakem při ponoření do vody.

Nejvyšší pracovní přetlak při zkoušce těsnosti spojů je pro hadice:

- acetylén 0,15 MPa,
- kyslík 0,8 – 1,5 MPa,
- plazma 0,4 – 0,6 MPa.

1.6 Svářečí pracoviště a jeho provoz

Pracoviště udržujeme v čistotě a pořádku. Svářečí zařízení a příslušenství nesmí být příčinou úrazu (např. zakopnutí, uklouznutí).

Zařízení nesmí být znečištěno prachem a nesmí na něm být nebezpečný materiál.

Při svařování se může použít jen zařízení, které je určeno výrobcem a vyhovuje bezpečnostním opatřením.

Před začátkem svařování musí svářeč zkontrolovat:

- čistotu, neporušenost a těsnost vnějších elektrických spojů (vodiče, zásuvky),
- bezchybnou funkci zařízení a manipulačních prostředků,
- předměty ohrožující bezpečnost.

Při odchodu nebo přerušení svařování se musí zařízení vypnout a zajistit proti užití neoprávněnými osobami.

Jestliže zjistí svářeč, že zařízení ohrožuje život nebo zdraví spolupracovníků, musí okamžitě zařízení odpojit a zajistit proti použití. Toto zařízení musí být viditelně označeno nápisem PORUCHA.

Díly pro svařování musí být čisté, zbavené škodlivých látek, které by vznikaly při svařování.

1.6.1 Údržba a oprava zařízení určeného pro svařování

Opravu a údržbu provádějí jen pověřené pracovníci podle pokynů výrobce.

Vnější příводы energie pro svařování musí být čisté, pevné a těsné (hadice, vodiče, zástrčky a zásuvka).

Bezchybnou činnost zařízení zajistíme pravidelným čištěním od zplodin vznikajících při svařování.

Bezpečnostní ustanovení

1.7 Bezpečnostní ustanovení pro plamenové svařování kovů

1.7.1 Škodliviny při svařování

Při plamenovém svařování se použijí do svářečských brýlí ochranné svářečské filtry.

1.7.2 Práce se zvýšeným nebezpečím

Při plamenovém svařování v uzavřených a těsných prostorech musí být přítomny alespoň dvě osoby pro případ rychlého vyproštění svářeče z prostoru.

Před začátkem práce se zvýšeným nebezpečím požáru nebo výbuchu je nutné zkontrolovat spoje a příslušenství pěniovým roztokem.

V uzavřených a těsných prostorách se nesmí umísťovat láhve se svářecími plyny. Při každém opuštění pracoviště a zhasnutím hořáku se musí odstranit hadice a hořáky přívodu plynu.

1.7.3 Manipulace s láhvemi

Kyslíkový láhiový ventil se nesmí otevírat prudkým trhnutím. Po delším přerušení svařování je povinností svářeče se přesvědčit, jestli jsou ventily na svářecím hořáku uzavřeny a zda jsou povoleny třmeny redukčních ventilů. Potom může otevřít ventily.

V acetylenových láhvích musí zůstat po vyprázdnění přetlak, který závisí na teplotě vnější atmosféry podle tabulky 1.

Tab. č. 1

Teplota	Pod 0 °C	Od 0 do + 15 °C	Od + 15 do + 20 °C	Od + 25 do + 35 °C
Tlak v láhvi MPa	0,02	0,05	0,10	0,15

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 7 Nevhodná manipulace s láhvemi

1.7.4 Rozvod plynu

Odběr z centrálního rozvodu je povolen:

- a) z acetylénového rozvodu pouze tehdy, pokud je potrubí pod tlakem,
- b) z kyslíkového rozvodu pouze tehdy, jestliže je přetlak v potrubí stejný nebo větší, než předepsaný tlak pro plamenné svařování.

Svářeč nesmí mít hadice omotané kolem těla a zavěšené na rameni. Nežádoucí je držet hadice v místě upevnění na hořák.

Hadice pro plamenné svařování nesmí být kratší než 5 m. Vzdálenost mezi spojkami nesmí být kratší než 5 m.

Pokud je nutné protáhnout hadice přes přechody, musí být ochráněny krytem proti tlaku nebo zavěšené na vhodných závěsech.

Bezpečnostní ustanovení

1.7.5 Přeprava a umístění plynových láhví na pracovišti

Láhve dovezené na pracoviště uzavřenými vozidly se musí před svařováním vyložit.

Zakazuje se nosit láhve za ochranný klobouček kromě láhví na propan butan, kde má klobouček úchyt.

Pokud je na pracovišti více plamenových souprav musí být jednotlivé soupravy od sebe vzdáleny nejméně 3 m nebo musí být odděleny nehořlavou stěnou, která musí přesahovat výšku soupravy o 200 mm a šířku o 100 mm.

1.7.6 Nebezpečí vznícení a výbuchu plynu

Na uhašení požáru musí mít svářeč předem připravený sněhový hasicí přístroj a na uzavření láhvého ventilu předem připravené rukavice z nehořlavé látky.

V případě netěsnosti a následného vzniku požáru redukčního ventilu nebo hadic se musí neprodleně uzavřít láhvvý ventil a uhasit vzniklý požár.

Pokud dojde k ohřevu láhve nad 50 °C, musí se začít s ochlazováním.

Láhev na plyn, která byla vystavena ohni nebo ohřevu, musí být viditelně označena nápisem OHŘÍVANÁ a odstraněna z provozu. Plnírna plynu musí být o vzniklém problému na láhvi písemně vyrozuměna.

1.7.7 Acetylenový rozvod a bezpečnostní předlohy

Na jednu předlohu se připojuje pouze jeden samostatný hořák nebo zařízení s více hořáky.

Výkon hořáku nebo zařízení s více hořáky nesmí být vyšší než výkon předlohy. Vzdálenost bezpečnostních předloh od plamene může být nejméně:

- a) vodní předlohy 3 m,
- b) suché předlohy 5 m.

Před začátkem práce se musí svářeč přesvědčit, zdali je v předloze voda. Při kontrole stavu vody v předloze musí být ventil přívodu plynu a ventil na odběr plynu otevřený.

Pokud vnikne plamen do vodní předlohy, musí se okamžitě uzavřít přívod plynu. Svářeč musí zkontrolovat stav vody v předloze. Pokud dojde k poškození membrány ohněm, musí být vyměněna pověřeným pracovníkem. Těsnost membrány se kontroluje každé 3 měsíce.

Před opětovným zapálením hořáku se nechá kratší dobu volně proudit plyn přes hadice, předlohu a hořák (nelze provádět v těsných a uzavřených prostorech).

Zamrzuté vodní předlohy se rozmrazují horkou vodou nebo jiným ohřevem do teploty 200 °C (nelze za použití plamene).

Proti zamrznutí vodních předloh se používá glycerin.

Bezpečnostní ustanovení

1.7.8 Svářečí zařízení

Pokud dojde k zpětnému šlehu do hořáku, nastává hoření uvnitř hořáku, pak je potřeba neprodleně uzavřít ventily acetylénu a kyslíku a hořák ochladit. Pokud dochází k zpětnému šlehu vícekrát, musíme hořák vyřadit z provozu.

Jestliže dojde při zpětném šlehnutí k vniknutí plamene do hadice na hořlavý plyn a redukční ventil, potom je nutné okamžitě uzavřít láhvvý ventil na hořlavém plynu a potom kyslíku.

Svařovací a řezací nadstavce musí být k rukojeti dostatečně přišroubované, aby mezi těsníci plochami nepronikal kyslík nebo vzduch do přívodu acetylénu.

Před opětovným zapálením hořáku se musí odstranit příčina zpětného šlehu.

Skříně na úschovu svářečích zařízení a přístrojů musí být dostatečně větrané.

Před připojením redukčního ventilu na láhvvý ventil musíme po dobu asi 1 vteřiny odfouknout kyslík z láhve, abychom odstranili případné nečistoty.

Na jeden redukční ventil na hořlavý plyn můžeme připojit jen jeden hořák nebo zařízení s více hořáky.

Při připojení nepoužívaného injektorového hořáku na kyslíkovou hadici se musíme přesvědčit o jeho nasávacím účinku.

Pokud se nadstavec hořáku přehřeje a střílí, pak je potřeba plamen okamžitě zhasnout a ochladit ve vodě. V práci je možné pokračovat až po profouknutí hořáku kyslíkem.

1.8 Podmínky požární bezpečnosti

1.8.1 Podmínky před zahájením svařování

- a) zabezpečit volné únikové cesty a přístup k nim,
- b) vymezit oprávnění a povinnosti osob k zajištění požární ochrany při zahájení svařování, v jeho průběhu, při přerušení svařování a po jeho skončení,
- c) stanovit a vyhodnotit možné požární nebezpečí ve vztahu k druhu svařování, stavu svářečského pracoviště a přilehlých prostorů, použitých zařízení a materiálů, reagujících v požárně bezpečnostních opatřeních,
- d) stanovit požadavky na účastníky svařování vyžadující zvláštní požárně bezpečnostní opatření a na osoby provádějící požární dohled, včetně intervalů pro výkon tohoto dohledu při přerušení a po skončení svařování,
- e) stanovit požadavky pro bezpečný pobyt a pohyb osob včetně zákazů,
- f) určit provozní podmínky technických zařízení a technologického procesu, včetně podmínek případných odstávek zařízení nebo omezení provozu.

Bezpečnostní ustanovení

1.8.2 Opatření proti vzniku a šíření požáru

- a) odstranění hořlavých nebo hoření podporujících látek,
- b) překrytí nebo utěsnění hořlavých látek nehořlavým nebo nesnadno hořlavým materiálem,
- c) vybavení hasicími prostředky podle charakteru pracoviště a použité technologie,
- d) měření koncentrace hořlavých plynů,
- e) provětrání pracoviště,
- f) ochlazování konstrukce,
- g) rozmístění technického vybavení proti rozstříku žhavých částí.

Svařování nesmíme zahájit, jestliže:

- nejsou splněny podmínky požární bezpečnosti,
- nejsou stanovena požárně bezpečnostní opatření s ohledem na druh a místo svařování,
- nejsou zúčastnění pracovníci svařování prokazatelně seznámeni s podmínkami požární bezpečnosti,
- pokud svářeč není schopen prokázat svoji způsobilost ke svařování.

1.8.3 Podmínky po skončení svařování

Kontrola požární bezpečnosti svářečského pracoviště a přilehlých prostorů je zajištěna požárním dohledem (min. 8 hodin) v intervalech vyžadujících bezpečnost.

Požární dohled je vykonáván:

- a) osobou předem určenou,
- b) osobou s písemně stanovenými právy a povinnostmi,
- c) vzhledem k charakteru prací v intervalech stanovenými bezpečnostními opatřeními.

1.9 Svářečská pracoviště

Svářečská pracoviště určená ke svařování projektovou dokumentací stavby se považují za svářečská pracoviště stálá, jiná se považují za pracoviště přechodná.

Bezpečnostní ustanovení



Obr. č. 8 Svářečské pracoviště plamenného svařování

Svářečské pracoviště zabezpečujeme:

- proti vzniku požáru a výbuchu,
- vytvořením volné únikové cesty,
- proti ohrožení životů a zdraví.

Bezpečnostní ustanovení

1.9.1 Požadavky na přilehlé prostory

- a) Zařízení a materiály na svářečském pracovišti se rozmísťují tak, aby byla zachována možnost volného průchodu a nevznikala kolizní místa.
- b) Svařovací zařízení musí být zabezpečeno tak, aby nedocházelo k jeho pohybu.
- c) Svařovací materiál se na pracovišti ukládá tak, aby nedošlo k poškození zařízení a úrazu osob.
- d) Přečasná svářečská pracoviště musí být vybavena vhodnými hasicími prostředky (práškový a pěnový nad 5 kg).
- e) Na stálých pracovištích je zakázáno ukládat hořlavé látky.
- f) Příkazy a zákazy se musí vyznačit bezpečnostním značením.
- g) Svařování v prostorech od 2 m výšky je nutné ochránit před účinky svařování a stanovit ochranná pásma.
- h) Náhrada přívodu čerstvého vzduchu přívodem kyslíku je nepřípustná.
- i) Účastníci svařování se musí předem dohodnout na způsobu dorozumívání.
- j) Svářeč dává pokyn k zapnutí svářečského zařízení jen tehdy, když je připraven k práci a zaujal pracovní polohu.

Nauka o materiálu

2 Nauka o materiálu

2.1 Úvod

V této části jsou uvedeny základní informace o materiálech vhodných ke svařování, zejména ocelí. Jsou zde uvedeny oceli z hlediska složení, struktury, vlastností se zřetelem na svařitelnost. Dále je zde provedeno rozdělení ocelí a jejich značení podle ČSN a EN.

Nejčastěji svařovanými materiály jsou oceli uhlíkové, slitinové, šedé litiny, neželezné kovy, hliník a jeho slitiny, měď a její slitiny.

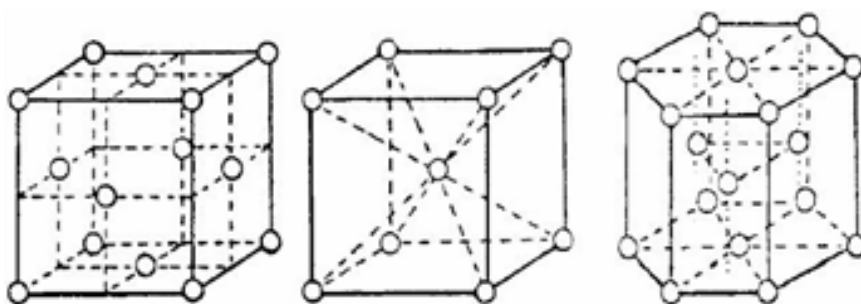
2.2 Struktura a složení oceli

Ocel se získává z ocelářenského surového železa, kovového odpadu a legujících přísad. Obsahuje málo uhlíku, má vyšší bod tavení, je čistější a houževnatější než surové železo. Vyrábí se v ocelárnách v martinských pecích, konvertorech nebo v elektrických pecích, kde dochází ke zkujňování surového železa, což je snížení obsahu uhlíku okysličením. Ocel je slitinou železa s uhlíkem do **2,14 % C**. Tvoří ji jako všechny ostatní kovy krystaly. Atomy kovů jsou pravidelně uspořádány v určitých prostorových geometrických tvarech, které určují vlastnosti kovů.

Základním prvkem každé oceli je **železo Fe**, vyskytuje se ve čtyřech modifikacích **α , β , γ , δ** , z nichž každá je stabilní v určitém rozmezí teplot. Kovy krystalizují nejčastěji v soustavě **krychlové** nebo **šesterečné**. Vzniklá kovová mřížka je tvořena mřížkovými elementy opakujícími se ve velkém množství všemi směry.

Většina kovů nejčastěji krystalizuje v těchto konkrétních typech mřížek (modifikacích):

- krychlové plošně středěné (14 atomů),
- krychlové prostorově středěné (9 atomů),
- šesterečné s těsným uspořádáním (16 atomů).



Obr. č. 9 Krystalografické mřížky
plošně centrovaná prostorově centrovaná šesterečná

Dalším nezbytným prvkem v oceli je **uhlík C**, vyskytuje se v něm např. jako **grafit** nebo **cementit** (Fe_3C). Uhlík má největší vliv na svařitelnost oceli.

Slitiny železa a uhlíku nazýváme soustavami. Jsou to soustavy **železo – grafit** (stabilní soustava), používá se pro pomalé ochlazování (oceli, šedé a tvárné litiny) a **železo – karbid železa** (metastabilní

Nauka o materiálu

soustava), používá se při vyšších obsahích uhlíku (oceli, bílá litina). Část pro ocel je v obou soustavách stejná. V praktickém využití je nejdůležitější soustava železo – karbid železa.

2.3 Rovnovážný diagram železo- karbid železa

Tento diagram nám určuje, jaká strukturální složka vzniká v určité oceli při určité teplotě. Uhlík se v technickém železe vyskytuje buď jako grafit nebo jako cementit.

Na vodorovnou osu nanese obsah uhlíku C v % až do obsahu 6,67 % a na svislou osu teploty od 0 °C do 1800 °C. Z hlediska technického použití jsou význačné v diagramu tyto obsahy uhlíku:

C **0,8%, 2,14 %, 4,3 %, 6,67 %**. Dále pak jsou důležité tyto teploty: **723 °C, 760 °C, 900 °C, 1147 °C, 1539°C**. V neposlední řadě jsou významné tyto body **S** - **eutektoidní** bod (eutektoid), při obsahu uhlíku 0,8 % a teplotě 723 °C a bod **C** – **eutektický** bod (eutektikum), při obsahu uhlíku 4,3 % a teplotě 1147 °C.

Eutektoidní bod S je význačný pro ocel a rozděluje ji:

- na ocel podeutektoidní (podperlitickou) **do 0,8 % C** - měkké, houževnaté oceli, konstrukční oceli,
- na ocel eutektoidní (perlitickou) s přesným obsahem **0,8 % C**,
- na ocel nadeutektoidní (nadperlitickou) **nad 0,8 %C** - tvrdé, kalitelné oceli, nástrojové oceli.

Eutektický bod C je význačný pro litinu a surová železa a rozděluje je:

- na litinu podeutektickou **do 4,3 % C**,
- na litinu eutektickou s přesným obsahem **4,3 % C**,
- na litinu nadeutektickou **nad 4,3 % C**.

Význačné křivky a čáry jsou:

- **likvidus** křivka ACD, počátek přeměny, kdy se z taveniny začnou vylučovat krystaly,
- **solidus** křivka AECG, konec přeměny, kdy se tekutý kov promění na krystaly,
- **křivka GOS**, čára překrystalizace A₃,
- **křivka SE**, čára segregace A_{cm},
- **čára ECF**, eutektikála,
- **čára MO**, slitiny železa a uhlíku ztrácejí magnetičnost,
- **čára PSK**, eutektoidála A₁.

Nauka o materiálu

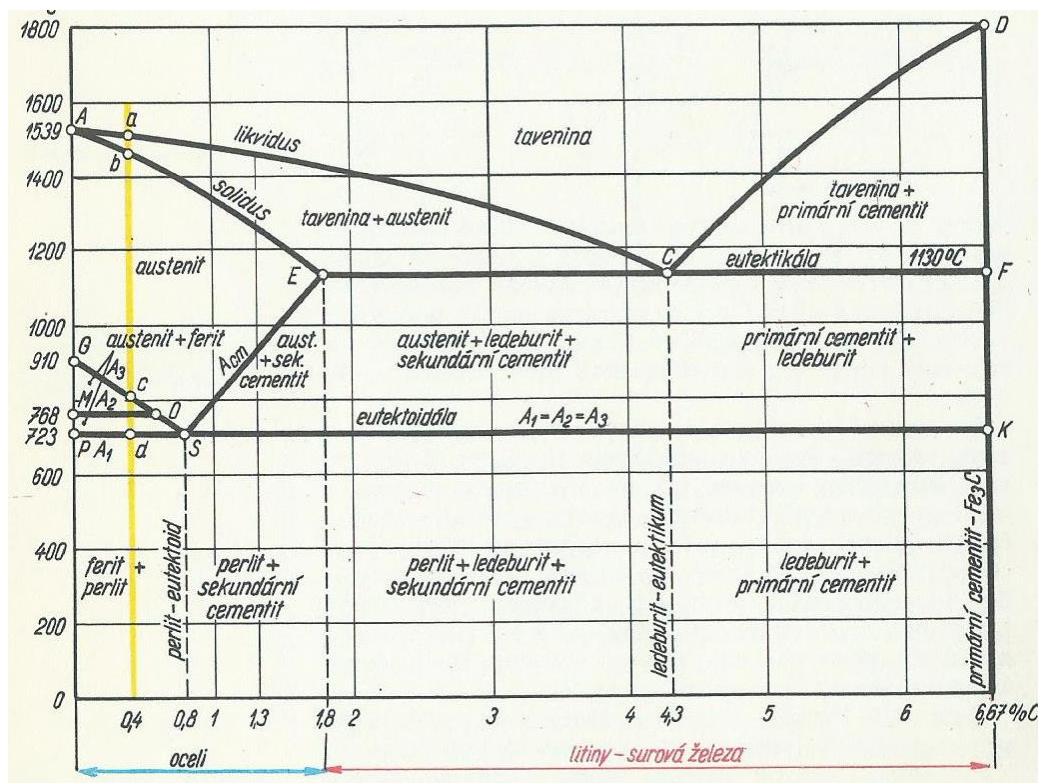
Strukturální složky oceli v diagramu

Vznikají při postupném ochlazování taveniny a jsou závislé na procentuálním obsahu uhlíku C a teplotě °C.

- **austenit** - tuhý roztok uhlíku v železe gama **Fey**, je obsažen v ocelích uhlíkových a nízkolegovaných při teplotách A₁, u některých vysocelegovaných ocelí s vysokým obsahem uhlíku C má světlešedou barvu, je měkký, houževnatý, tvárný, nemagnetický, vhodný pro tváření za tepla,
- **ferit** - tuhý roztok uhlíku v železe alfa **Feα**, téměř čisté železo, tvoří v oceli světlé krystaly do obsahu 0,035 % C, měkký, tvárný a do teplot 768°C je magnetický, je obsažen v oceli konstrukční, kde je důležitá houževnatost,
- **cementit – karbid železa** - Fe₃C je sloučenina železa a uhlíku, má světlou barvu, je nejtvrdší složkou železa, vyskytuje se u ocelí s obsahem C nad 0,8 %, nadeutektoidních a nástrojových ocelí, je tvrdý, křehký a špatně obrobitelný,
- **perlit** - jeho krystaly se lesknou jako perleť, je tvořen feritem a cementitem, vzniká rozpadem austenitu při 0,8 %C, je tvrdý, pevný a málo tvárný, může být **lamelární** (páskový) nebo **globulární** (kuličkový),
- **grafit** - je obsažen v šedém surovém železe, měkký, pevný, má tvar lupínku, je rozložen mezi krystaly železa, litina obsahující grafit je měkká, málo pevná a křehká,
- **ledeburit** - je obsažen v surovém železe s obsahem uhlíku 4,3 %, bílý, lesklý, tvrdý.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu

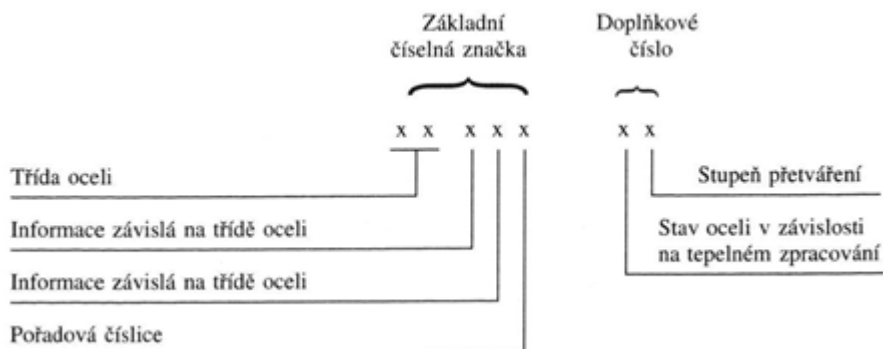


Obr. č. 10 Rovnovážný diagram Fe – Fe₃C

2.4 Rozdělení a značení ocelí

2.4.1 Podle ČSN 42 0002

Oceli jsou na výkresech označeny dle příslušných ČSN. V České republice je zažité označení dle ČSN 42 0002 pro oceli určené ke tváření. Značka se skládá ze základního pětimístného označení, za kterým mohou následovat za tečkou ještě další dvě číslice.



Obr. č. 11 Označení oceli dle ČSN 42 0002

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu

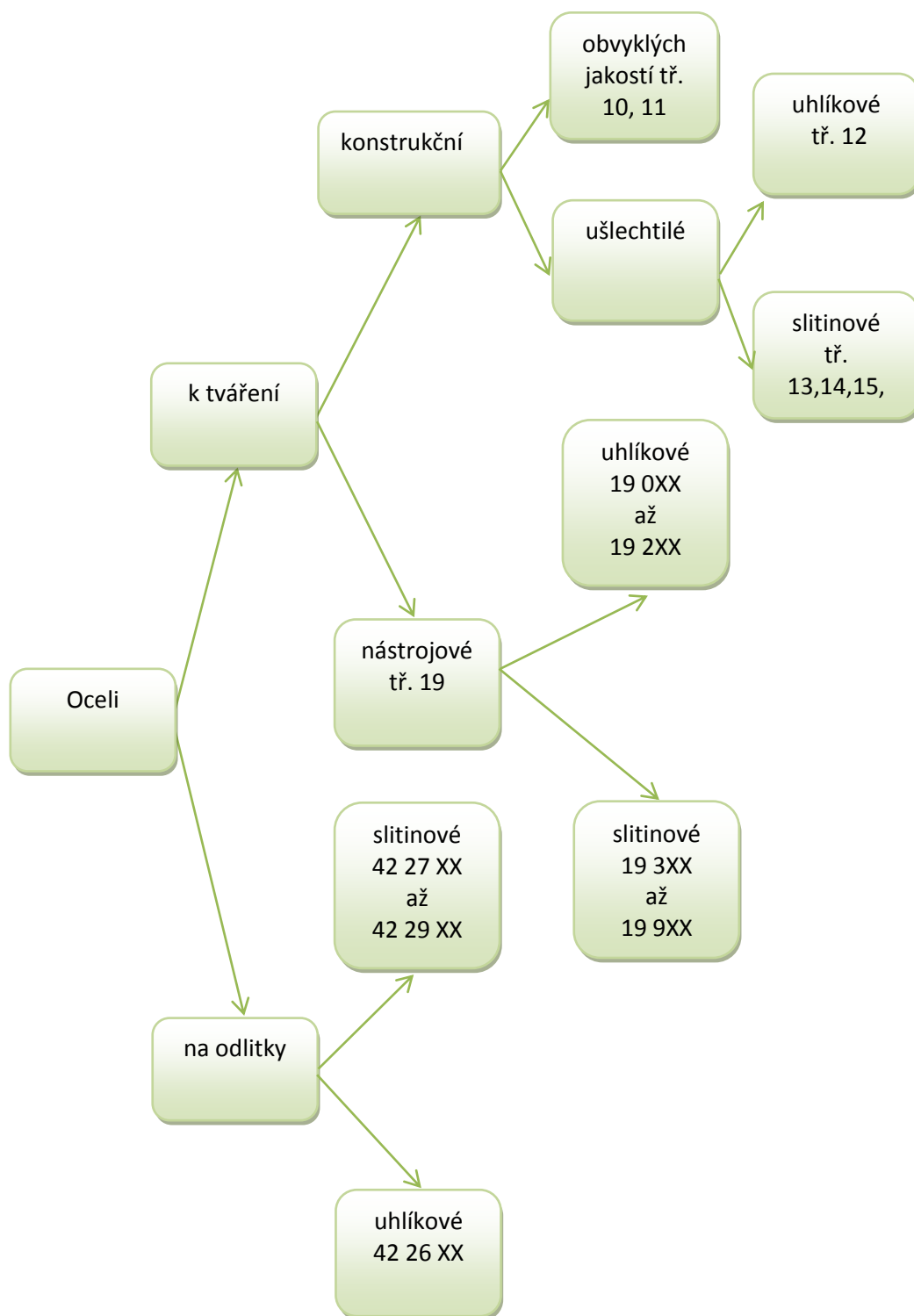
První číslice v základní značce je vždy **1** a označuje tvářenou ocel. Druhá číslice ve spojení s první označuje třídu oceli. Třetí, čtvrtá a pátá číslice ve značce se různí dle třídy oceli. První doplňková číslice určuje stav oceli (druh tepelného zpracování) a druhá doplňková číslice určuje stupeň přetváření.

Třída oceli	Oceli podle		Charakteristika oceli
	použití	stupně legování	
10	konstrukční	nelegované	předepsané hodnoty mechanických vlastností, chemické složení není předepsáno
11			předepsané hodnoty mechanických vlastností a obsah C, P, S, popř. (P+S) a dalších prvků
12			předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S, popř. (P+S) a dalších prvků
13		legované	legovací prvky: Mn, Si, Mn-Si, Mn-V
14		nizkolegované	legovací prvky: Cr, Cr-Al, Cr-Mn, Cr-Si, Cr-Mn-Si
15		nízko a středně legované	legovací prvky: Mo, Mn-Mo, Cr-Mo, Cr-V, Cr-W, Mn-Cr-V, Cr-Mo-V, Cr-Si-Mo-V, Cr-Mo-V-W
16			legovací prvky: Ni, Cr-Ni, Ni-V, Cr-Ni-Mn, Cr-Ni-V, Cr-Ni-W, Cr-Ni-Mo, Cr-V-W, Cr-Ni-V-W
17		středně a vysoko legované	legovací prvky: Cr, Ni, Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-V, Cr-Al, Cr-Ni-Mo, Cr-Ni-Ti, Cr-Mo-V, Mn-Cr-Ni, Mn-Cr-Ti, Mn-Cr-V, Cr-Ni-Mo-V, Cr-Ni-Mo-W, Cr-Ni-Mo-Ti, Cr-Ni-V-W, Cr-Ni-W-Ti atd.
19	nástrojové	nelegované	předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S
		legované (nízko, středně, vysoko)	legovací prvky: Cr, V, Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-Si, Cr-V, Cr-W, Cr-Al, Cr-Ni-W, Cr-Si-V, Cr-Mo-V, Cr-V-W, Cr-Ni-Mo-V, Cr-V-W-Co, Cr-Ni-Mo-W, Cr-Ni-V-W atd.

Obr. č. 12 Označení oceli podle ČSN

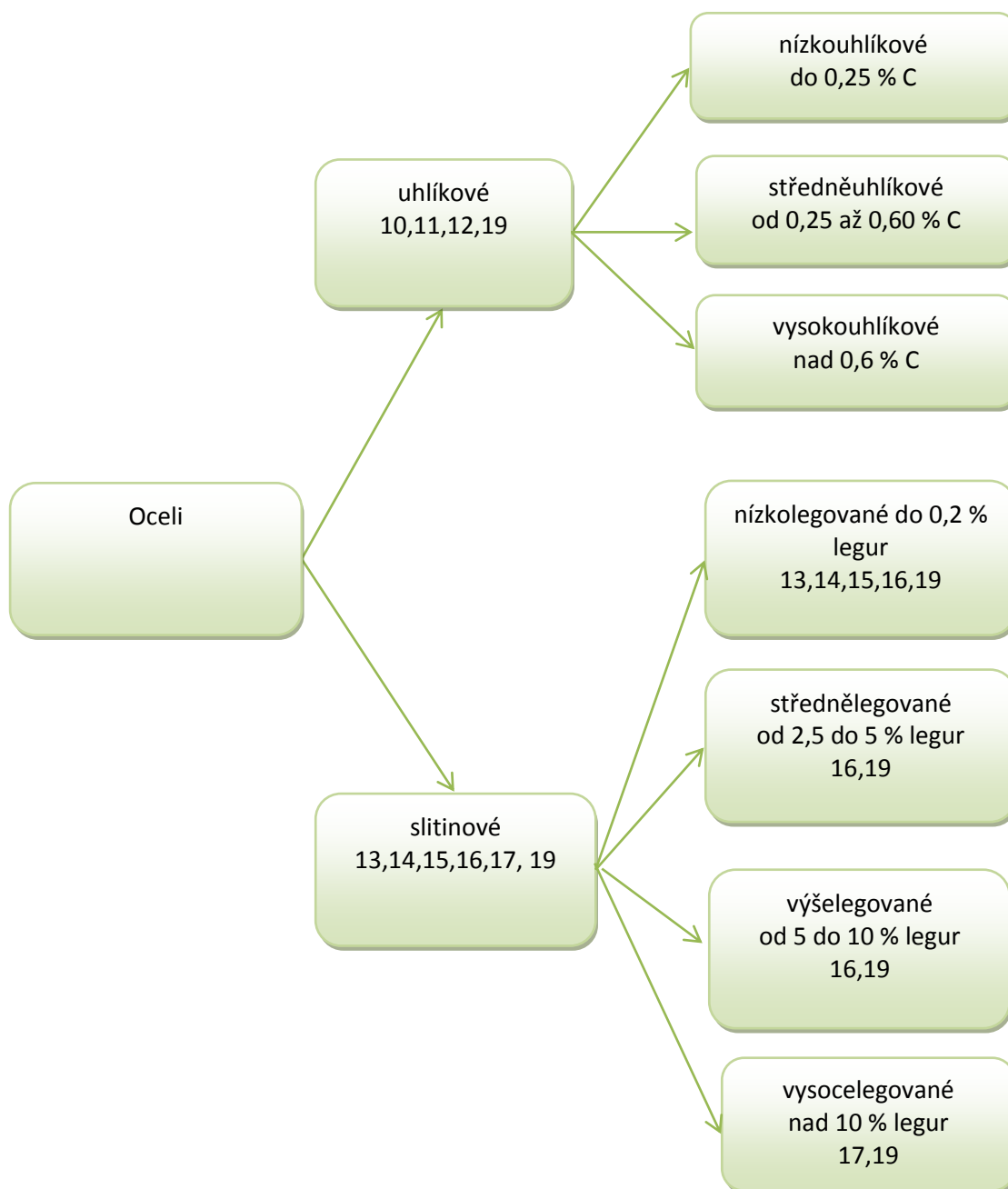
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu



Obr. č. 13 Rozdělení oceli podle použití

Nauka o materiálu

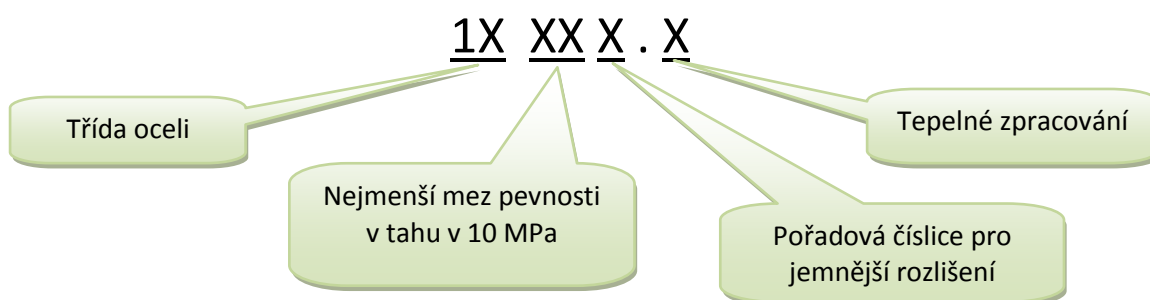


Obr. č. 14 Rozdělení ocelí podle chemického složení

Nauka o materiálu

Značení ocelí vhodných ke svařování

Třída 10 a 11

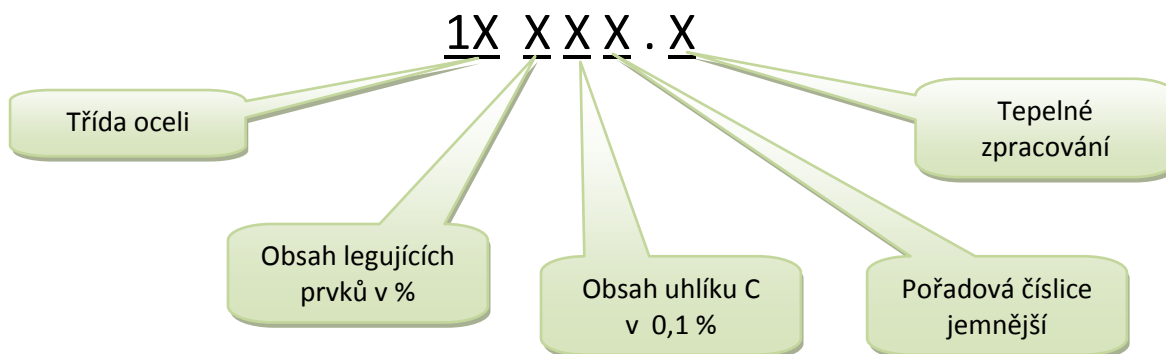


Tyto třídy oceli jsou nelegované, obvyklých jakostí, rozdíl mezi nimi je v tom, že ocel třídy 10 nemá zaručený obsah nečistot fosforu P a síry S a ocel třídy 11 má. Jen některé druhy oceli třídy 10 jsou svařitelné. V označení je uvedena jen první doplňková číslice, která určuje způsob tepelného zpracování, druhá doplňková číslice zde není uvedena, protože její význam není zásadní s ohledem na svařování.

Příklad: 11 416.1

Ocel třídy 11, s nejmenší mezí pevnosti v tahu 410 MPa, s pořadovým číslem hutě 6 a tepelně zpracována žíháním.

Třída 12 až 16



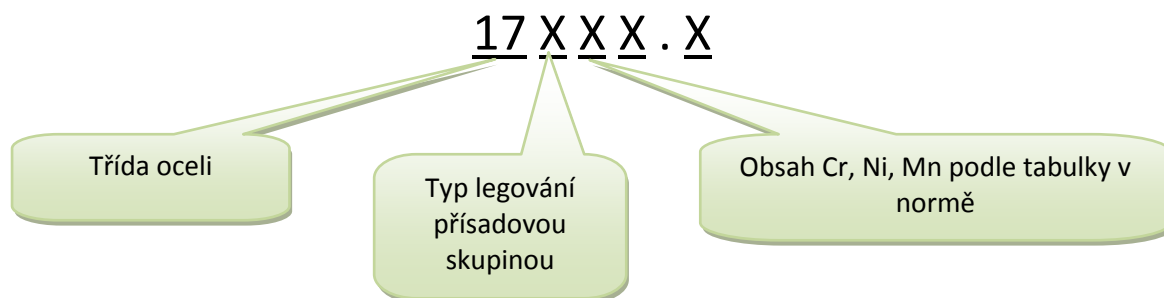
Ocel třídy 12 definujeme jako ušlechtilou nelegovanou ocel, oceli třídy 13 až 15 jako ušlechtilé nízkolegované oceli, ocel třídy 16 jako středně legovanou ocel.

Příklad: 12 021.1

Ocel třídy 12, s 0 % legujících prvků, s 0,2 % C, s pořadovým číslem hutě 1 a tepelně zpracována žíháním.

Nauka o materiálu

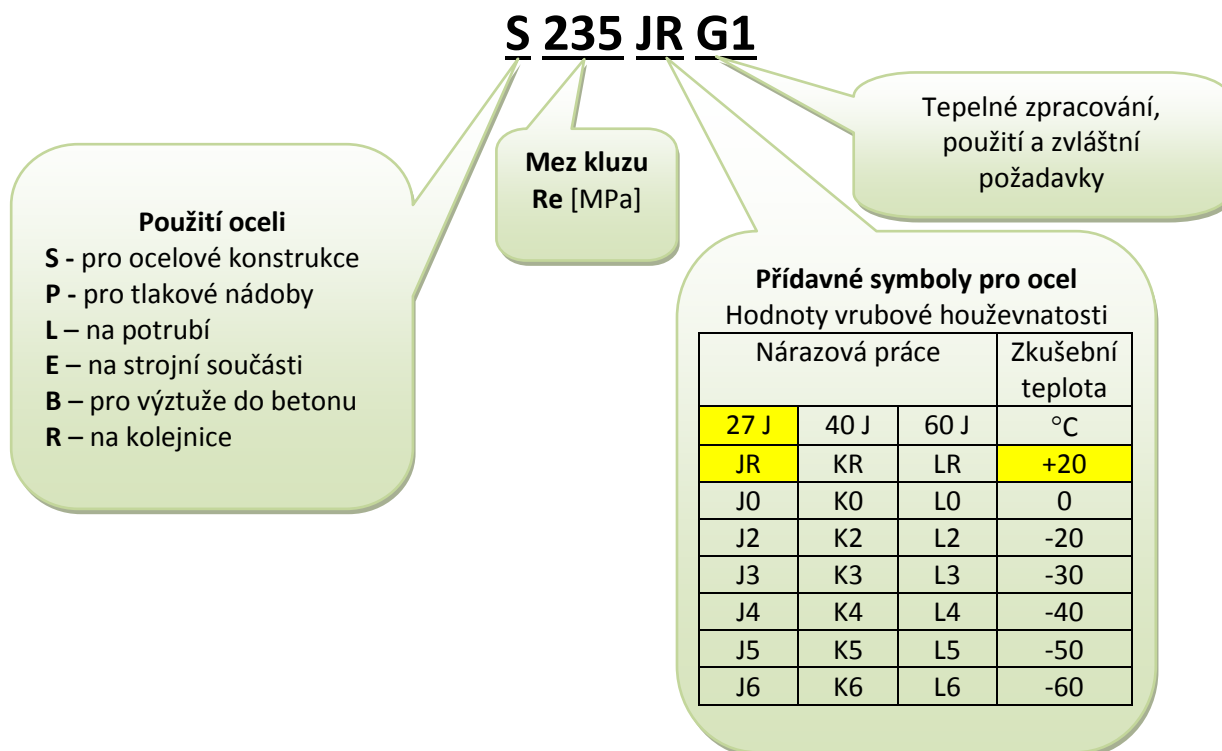
Třída 17



2.4.2 Podle ČSN EN 10027-1 (ČSN EN 10027-2)

Podle jejich použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností

Je rozděleno do několika základních skupin a je vyjádřeno pomocí písmen, číslic a symbolů. Pro ocel je používáno označení **S, P, L, E, B, R, Y, H, D, T, M** a ocel na odlitky **G**.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu

Oceli podle EN S 235 JR G1 odpovídá ocel podle ČSN 11 373

OCELI PRO OCELOVÉ KONSTRUKCE				
Základní symboly		Přídavné symboly pro oceli		Přídavné symboly pro ocelové výrobky
G S n n n an				+ an + an
Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	Tabulky 1,2,3
G = ocel na odlitky (pokud je požadována)	nnn = minimální mez kluzu (R_L) v N/mm ² pro nejmenší tloušťku výrobku	27 J 40 J 60 J °C	C = se zvláštní tvařitelností za studna D = pro žárové pokrovení E = pro smaltování F = pro kování H = duté profily L = pro nízké teploty M = termomechanicky válcováno N = normalizačně žháno nebo normalizačně válcováno O = pro konstrukce v pobřežních vodách (off shore) P = sítovnice Q = zušlechťeno S = pro stavbu plavidel T = na trubky W = odolné atmosférické korozi	
S = oceli pro ocelové konstrukce		J0 K0 L0 0 J2 K2 L2 -20 J3 K3 L3 -30 J4 K4 L4 -40 J5 K5 L5 -50 J6 K6 L6 -60		
		M = termomechanicky válcováno N = normalizačně žháno nebo normalizačně válcováno Q = zušlechťeno G = jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice		

Příklady a porovnání značek:

S185	10 000	S355J2G3	11 503
S235JR G1	11 373	S355J0	11 523
S235JRH	11 373	S355K2G4C	0,4% C
S235JR G2	11 375	S355MC	—
S235JO	11 378	S355J0W	15 217
S275JR	11 443	S355GD+Z100	2 mm: 0,4% C
S275J2G3	11 448	S460Q	—

Tabulka 1 – Příklady symbolů pro zvláštní požadavky	
Symbol	Význam
+C	žárově posílená ocel
+F	žárově posílená ocel
+H	se zvláštní proklačitelností
+Z15	minimální k otažce ve směru kolmém k povrchu = 15 %
+Z25	minimální k otažce ve směru kolmém k povrchu = 25 %
+Z35	minimální k otažce ve směru kolmém k povrchu = 35 %

POZNÁMKA – Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny plusovým znaménkem (+) a v podstatě stavějí charakteristické požadavky pro oceli. Z praktického hlediska jsou ale považovány za přídavné symboly pro ocelové výrobky.

Tabulka 2 – Příklady symbolů pro druhy povrchů	
Symbol	Význam
+A	žárově posílená
+AB	přítvrdně hladkým navrchováním
+AS	s povrchem ze slitiny Al-Si
+AZ	povrch ze slitiny Al-Zn (Al > 50%)
+CE	elektrolytický pocínování (ECCS)
+CU	měděný povrch
+IC	anorganický povrch
+OC	organický povrch
+S	žárově posílená
+SE	elektrolytický pocínování
+T	pocínování v roztoku slitiny Pb-Sn
+TE	elektrolytický pocínování slitin Pb-Sn
+Z	žárově posílená
+ZA	povrch ze slitiny Zn-Al (Zn > 50%)
+ZE	elektrolytický pocínování
+ZF	miskový povrch, nanášený difúzí
+ZN	elektrolytický pocínování slitin Zn-Ni

POZNÁMKA – Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny plusovým znaménkem (+). Záměrně s jinými symboly lze zápisem předčíslovím písmena S, např. +SA.

Tabulka 3 – Příklady symbolů pro stavy zpracování	
Symbol	Význam
+A	žárově posílená
+AC	žárově posílená
+AT	rozsáhlé žití
+C	žárově posílená (např. válcováním nebo žitím)
+Cnn	žárově posílená na minimální povrch v tahu v „nnn“ N/mm ²
+CR	válcováno za studna
+IC	válcováno za tepla a žitím za studna
+LC	žárově posílená za studna přím. přetvářením za studna
+M	termomechanicky válcováno
+N	normalizačně žháno nebo normalizačně válcováno
+QA	kalení za vzhledu
+QO	kalení v oleji
+QT	žárově posílená
+QW	kalení ve vodě
+S	žárově posílená na střední část za studna
+T	popouštění
+U	nežárově posílená

POZNÁMKA – Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny plusovým znaménkem (+). Záměrně s jinými symboly lze zápisem předčíslovím písmena S, např. +SA.

OCELI NA STROJNÍ SOUČÁSTI				
Základní symboly		Přídavné symboly pro oceli		Přídavné symboly pro ocelové výrobky
E n n n an				+ an + an
Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	Tabulka 3
E = oceli na strojní součásti	nnn = minimální mez kluzu (R_L) v N/mm ² pro nejmenší tloušťku výrobku	G = jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice	C = se zvláštní tvařitelností za studna	

Příklady a porovnání značek:

E295	11 500		
E295GC	—		
E335	11 600		
E360	11 700		

OCELI NA POTRUBÍ				
Základní symboly		Přídavné symboly pro oceli		Přídavné symboly pro ocelové výrobky
L n n n an				+ an + an
Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	Tabulky 1,2,3
L = oceli na potrubí	nnn = minimální mez kluzu (R_L) v N/mm ² pro nejmenší tloušťku výrobku	M = termomechanicky válcováno N = normalizačně žháno nebo normalizačně válcováno Q = zušlechťeno G = jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice	a = třída požadavků, jestliže je to potřebné, následuje jedna číslice	

Příklady značek: L360Na, L360Qa, L360Ma

OCELI PRO TLAKOVÉ NÁDOBY				
Základní symboly		Přídavné symboly pro oceli		Přídavné symboly pro ocelové výrobky
G P n n n an				+ an + an
Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	Tabulky 1,2,3
G = ocel na odlitky (pokud je požadována)	nnn = minimální mez kluzu (R_L) v N/mm ² pro nejmenší tloušťku výrobku	M = termomechanicky válcováno N = normalizačně žháno nebo normalizačně válcováno Q = zušlechťeno B = láhev na plyn S = jednoduché tlakové nádoby T = trubky G = jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice	H = vysoké teploty L = nízké teploty R = normální teploty X = vysoké a nízké teploty	
P = oceli pro tlakové nádoby				

Příklady a porovnání značek: P235GH 11 368, P295GN 13 030, P265GH 11 418, P355NH —

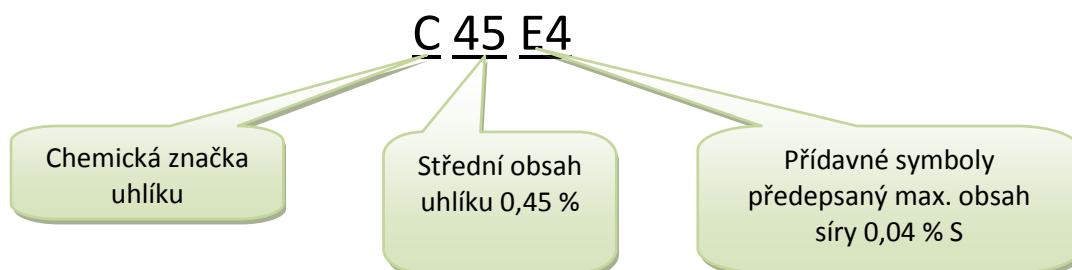
Obr. č. 15 Doplnující údaje k označení ocelí podle použití dle EN a chemického složení

Nauka o materiálu

Oceli jsou rozděleny do čtyř základních skupin:

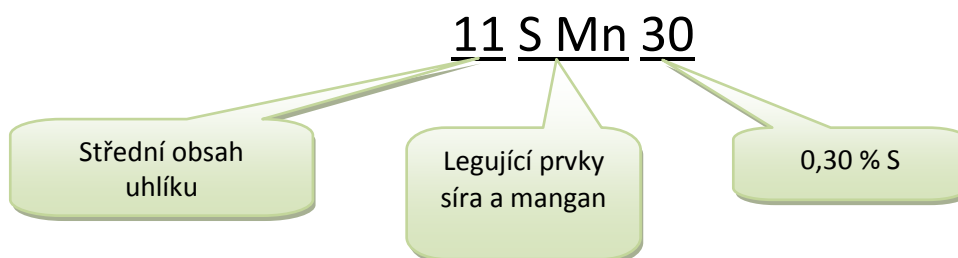
- nelegované oceli (s výjimkou automatových ocelí) se středním obsahem manganu pod 1 %,
- nelegované oceli se středním obsahem manganu 1% nelegované automatové oceli a legované oceli (kromě rychlořezných ocelí) s obsahy jednotlivých legujících prvků pod 5 %,
- legované oceli (kromě rychlořezných ocelí) s obsahem jednoho legujícího prvku 5 %,
- rychlořezné oceli.

Nelegované oceli (s výjimkou automatových ocelí) se středním obsahem manganu pod 1 %



Oceli podle EN C45E4 odpovídá ocel podle ČSN 12 050, nelegovaná ocel vhodná k zušlechťování.

Nelegované oceli se středním obsahem manganu 1 % nelegované automatové oceli a legované oceli (kromě rychlořezných ocelí) s obsahy jednotlivých legujících prvků pod 5 %

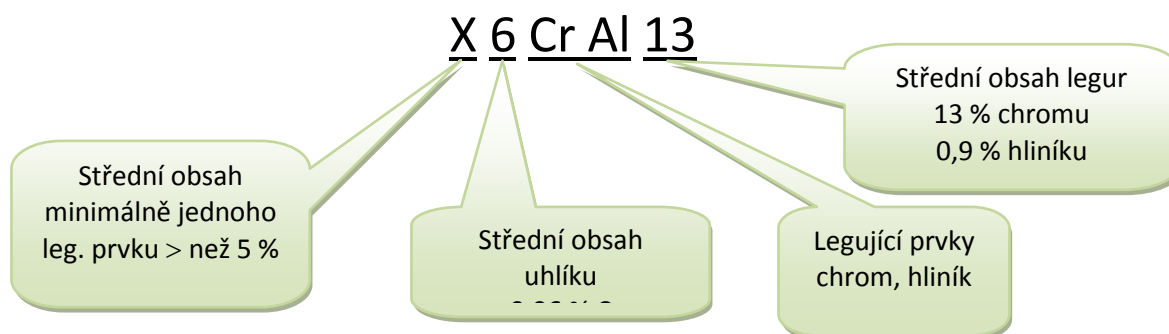


Oceli podle EN 11SMn30 odpovídá oceli podle ČSN 11 109, automatová ocel bez tepelného zpracování.

Příklad: 16MnCr5 je ocel cementační legovaná chromem, se středním obsahem 0,16 % C a 1,25 % Mn podle ČSN 14 220.

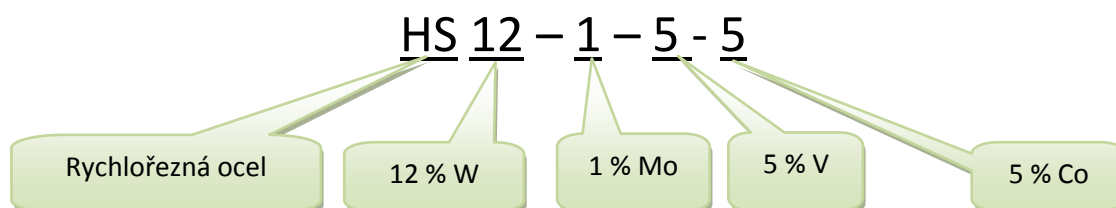
Nauka o materiálu

Legované oceli (kromě rychlořezných ocelí) s obsahem jednoho legujícího prvku 5 %
rychlořezné oceli



Ocel podle EN X6CrAl13 odpovídá oceli podle ČSN 17 125, nerezavějící žáruvzdorná ocel feritická, se středním obsahem uhlíku 0,06 % C, 13 % Cr, 0,9 % Al.

Rychlořezné oceli



Příklad:

Ocel podle EN HS12 – 1 – 5 - 5 odpovídá oceli podle ČSN 19 858, rychlořezná ocel na řezné nástroje, se středním obsahem 12 %W, 1 % Mo, 5 % V, 5 % Co.

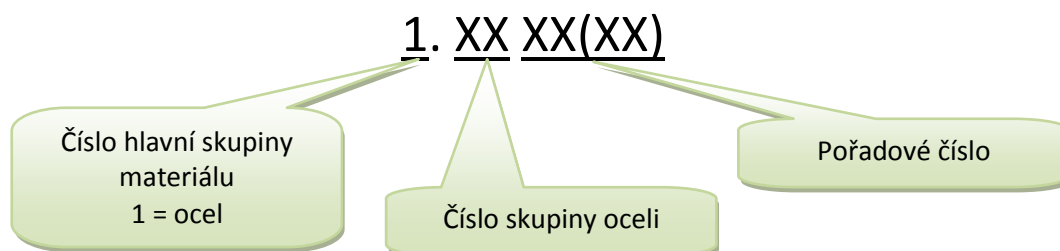
Ocel podle EN HS18 – 0 – 1 odpovídá oceli podle ČSN 19 824, rychlořezná ocel na řezné nástroje, se středním obsahem 18 % W, 0 % Mo, 1 % V.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu

Podle číselného označování oceli:

Jednotlivé oceli jsou označovány čísly, která doplňují označení oceli podle chemického složení. Na technických výkresech se udávají současně obě značení.



Označení oceli podle EN 35520 1. 0726 odpovídá ocel podle ČSN 11 140, je to automatová ocel k zušlechťování, se středním obsahem uhlíku 0,35 % C, obsahem síry 0,20 % S.

Označení oceli podle EN 13CrMo4 -5 1. 7335 odpovídá ocel podle ČSN 15 121, je to legovaná ocel pro vyšší teploty na ploché výrobky pro tlakové nádoby se středním obsahem uhlíku 0,13 % C, 1 % Cr a 0,5 % Mo.

Oceli nelegované				Oceli legované								
Oceli obvyklých jakostí		Oceli jakostní		Oceli ušlechtilé	Oceli jakostní	Oceli ušlechtilé						
						nástrojové oceli	různé oceli	chemicky odolné oceli	konstrukční oceli, oceli na strojní součásti a na tlakové nádoby			
00	90			10		20 Cr	30	40 korozivzdorné oceli s <2,5 % Ni bez Mo, Nb a Ti	50 Mn, Si, Cu	60 Cr-Ni s ≥ 2,0 < < 3 % Cr	70 Cr Cr-B	80 Cr-Si-Mn Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
		01	91	11 konstrukční oceli pro všeobecné použití s $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$		21 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	31	41 korozivzdorné oceli s <2,5 % Ni s Mo, bez Nb a Ti	51 Mn-Si Mn-Cr	61	71 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	81 Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
		02	92	12 ostatní konstrukční oceli určené pro tepelné zpracování s $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$		22 Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	32 rychlořezné oceli s Co	42	52 Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	62 Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	72 Cr-Mo s < 0,35 % Mo Cr-Mo-B	82 Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
		03	93	13 oceli s průměrným % C < 0,12 nebo $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$		23 Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	33 rychlořezné oceli bez Co	43 korozivzdorné oceli s ≥ 2,5 % Ni bez Mo, Nb a Ti	53 Mn-Ti Si-Ti	63 Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	73 Cr-Mo s ≥ 0,35 % Mo	83
		04	94	14 oceli s průměrným % C ≥ 0,12 < 0,25 nebo $R_m \geq 400 < 500 \text{ N/mm}^2$		24 W Cr-W	34	44 korozivzdorné oceli s ≥ 2,5 % Ni s Mo, bez Nb a Ti	54 Mo, Nb, Ti, V, W	64	74	84 Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti

Obr. č. 17 Doplňující údaje k označení oceli podle EN podle číselného značení část 1

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nauka o materiálu

Oceli nelegované			Oceli legované							
Oceli obvyklých jakostí	Oceli jakostní	Oceli ušlechtilé	Oceli jakostní	Oceli ušlechtilé						
				nástrojové oceli	různé oceli	chemicky odolné oceli	konstrukční oceli, oceli na strojní součásti a na tlakové nádoby			
	05 oceli s průměrným % C $\geq 0,25 < 0,55$ nebo $R_m \geq 500 < 700 \text{ N/mm}^2$	15 nástrojové oceli		25 W-V Cr-W-V	35 oceli na valivá ložiska	45 korozivzdorné oceli se zvláštními přísadami	55 B Mn-B Mn	65 Cr-Ni-Mo s $< 0,4 \% \text{ Mo} + < 2,0 \% \text{ Ni}$	75 Cr-V s $< 2,0 \% \text{ Cr}$	85 oceli k nitridování
	06 oceli s průměrným % C $\geq 0,55$ nebo $R_m \geq 700 \text{ N/mm}^2$	16 nástrojové oceli		26 W kromě tříd 24, 25 a 27	36 materiály se zvláštními magnetickými vlastnostmi bez Co	46 chemicky odolné a žárovepevné slitiny Ni	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo s $< 0,4 \% \text{ Mo} + > 2,0 < 3,5 \% \text{ Ni}$	76 Cr-V s $> 2,0 \% \text{ Cr}$	86
	07 oceli s vyšším obsahem P nebo S	17 nástrojové oceli		27 s Ni	37 materiály se zvláštními magnetickými vlastnostmi s Co	47 žáruvzdorné oceli s $< 2,5 \% \text{ Ni}$	57 Cr-Ni s $< 1,0 \% \text{ Cr}$	67 Cr-Ni-Mo s $< 0,4 \% \text{ Mo} + > 3,5 < 5,0 \% \text{ Ni}$ nebo $\geq 0,4 \% \text{ Mo}$	77 Cr-Mo-V	87 oceli určené pro tepelné zpracování u odběratele
		18 nástrojové oceli	08 oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi	28 ostatní	38 materiály se zvláštními fyzikálními vlastnostmi bez Ni	48 žáruvzdorné oceli s $\geq 2,5 \% \text{ Ni}$	58 Cr-Ni s $\geq 1,0 < 1,5 \% \text{ Cr}$	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	88 vysocepevné svařitelné oceli
		19	09 oceli pro různé oblasti použití	29	39 materiály se zvláštními fyzikálními vlastnostmi s Ni	49 vysoce žárovepevné materiály	59 Cr-Ni s $\geq 1,5 < 2,0 \% \text{ Cr}$	69 Cr-Ni kromě tříd 57 až 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	89 vysocepevné svařitelné oceli

¹⁾ Rozdělení skupin ocelí je v souladu s rozdělením ocelí podle EN 10020.

²⁾ V polích tabulky jsou obsaženy následující údaje:

a) číslo skupiny ocelí (vždy vlevo nahoře);

b) charakteristické vlastnosti skupiny ocelí shrnuté pod příslušným číslem;

c) pevnost v tahu R_m .

Obr. č. 18 Doplňující údaje k označení oceli podle EN podle číselného značení část 2

2.5 Svařitelnost ocelí s ohledem na obsah uhlíku a tloušťku základního materiálu

Svařitelnost je schopnost materiálu vytvořit svar požadovaných vlastností za dodržení určitých podmínek. Na svařitelnost má největší vliv obsah uhlíku. Platí základní pravidlo: „Oceli dobře svařitelné nejsou kalitelné a naopak.“

Oceli dále obsahují další prvky, které jejich vlastnosti ovlivňují. Prvky, které vlastnosti oceli zlepšují, se nazývají legury (Mn, Ni, Cr, Mo). Prvky, které např. svařitelnost zhoršují, se nazývají nečistoty (P, S, O, N).

Nelegované oceli uhlíkové tř. 10, 11, 12 z hlediska svařitelnosti můžeme rozdělit do tří skupin:

- od 0 % C až do 0,25 % C, svařujeme bez předehřevu,
- od 0,22 % C až do 0,33 % C, vyžadují oceli tepelné zpracování, např. předehřev na 150 až 300 °C a po svaření dohřev, nebo žhání na odstranění vnitřního pnutí při teplotách 600 až 650 °C po dobu 1 minuty na 1 mm tloušťky materiálu, dále lze použít žhání normalizační při teplotě asi 900 °C po dobu 2 minut na 1 mm tloušťky materiálu,
- od 0,33 % C do 0,83 % C, tyto oceli se běžnými způsoby svařují obtížně a vyžadují speciální postupy,
- nad 0,83 % C jsou nelegované oceli nesvařitelné.

Nauka o materiálu

Svařitelnost velmi ovlivňuje tloušťka svařovaného materiálu, oceli o tloušťce větší než 25 mm zařazujeme do skupiny oceli s obsahem uhlíku od 0,22 % C až do 0,33 % C.

U nízkolegovaných ocelí mají vliv na svařitelnost kromě obsahu uhlíku i legující prvky (Cr, Mo, V, Ni).

2.6 Stupně svařitelnosti

Svařitelnost podle ČSN 0501310 rozdělujeme do čtyř stupňů:

- zaručená, která zaručuje vyhovující jakost spoje,
- zaručeně podmíněná, vyhovující jakosti spoje se dosáhne při dodržení předem určených podmínek,
- dobrá, dosáhneme vyhovující jakost spoje, ale výrobce nezaručuje svařitelnost, zvláštní opatření jsou nutná jen u některých ocelí,
- obtížná, obvykle nedosáhneme vyhovující jakost spoje ani při zvláštních opatřeních.

2.7 Určení obsahu uhlíku u jednotlivých tříd ocelí

- u ocelí tř. 12 určíme obsah uhlíku ze čtvrté číslice,
- u ocelí tř. 11 určíme z druhého dvojčíslí mez pevnosti v tahu, když pevnost stoupá, přímo úměrně roste i obsah uhlíku, pevnost 450 MPa odpovídá obsahu uhlíku 0,22 % C,
- pokud ocel obsahuje legury, určíme svařitelnost podle ekvivalentního obsahu uhlíku, který určíme podle vzorce:

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

Ekvivalentní
obsah uhlíku
v %

Skutečný obsah uhlíku
v dané oceli
v %

Tloušťka základního
materiálu [mm]

Skutečný obsah prvků
v dané oceli
v %

Ekvivalentní obsah uhlíku $C_e < 0,5 \%$, by neměl překročit 0,5 %, jinak musíme navrhnout zvláštní opatření, např. předehřev nebo dohřev. Uvedený vzorec platí pro oceli tř. 10 až 16. Obsah uhlíku u nelegovaných ocelí nesmí překročit 0,22 %.

V praxi lze určit svařitelnost oceli broušením, rozhodující je tvar a barva jisker. Delší jiskry oranžové nebo červené určují materiál svařitelný. Jiskry malé a kulaté, barvy jasně žluté, prskající určují materiál obtížně svařitelný, až nesvařitelný.

Nauka o materiálu

2.8 Tepelné zpracování oceli

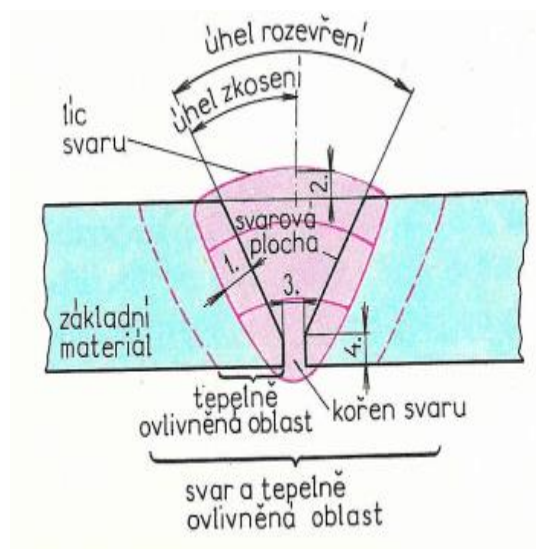
Vlastnosti materiálů jsou dány chemickým složením a strukturou. Tepelným zpracováním lze tyto vlastnosti i strukturu změnit. Pro svař, svařence a svařované materiály se používají nejčastěji tyto dva způsoby tepelného zpracování: žihání na odstranění vnitřního pnutí a normalizační žihání.

- Žihání na odstranění vnitřního pnutí - účelem je snížit nebo odstranit vnitřní pnutí v oceli způsobené předchozím zpracováním, provádí se ohřev na teplotu 500 °C až 650 °C, výdrž 1 až 10 hodin a ochlazování na vzduchu, popř. v peci.
- Normalizační žihání - účelem je odstranění hrubé struktury a pnutí v oceli, provádí se ohřevem na teplotu 30 °C až 50 °C nad čarou A3 (930 °C až 950 °C), výdrž 1 až 4 h a ochlazení na vzduchu.

2.9 Tepelně ovlivněná oblast při svařování a závar

Svar vzniká natavením základního materiálu a roztavením přídavného materiálu, při kterém vzniká tzv. tavná lázeň, a po ztuhnutí vytvoří pevný nerozebíratelný spoj. Závar je část základního materiálu, který je nataven do určité hloubky.

Tepelně ovlivněná oblast se nachází za hranicí závaru, která nebyla roztavená, ale její vlastnosti a struktura se při svařování mění.



Obr. č. 19 Základní pojmy svaru: 1 – závar, 2 – převýšení, 3 – kořenová mezera, 4 – výška otupení

Přídavné materiály

3 Přídavné materiály

3.1 Svařovací dráty

3.1.1 Použití a volba drátu

Používají se jako přídavný materiál pro svařování plamenem. Správný výběr svařovacího drátu má podstatný vliv na jakost svaru, proto je nutno věnovat jeho kvalitě vysokou pozornost. Při volbě svařovacího drátu (tyčinky) volíme vždy drát, který má stejné nebo podobné chemické složení jako svařovaný materiál.

Svařovací dráty se dodávají lehce tažené a tepelně nezpracované. Povrch drátů musí být čistý, zbavený šupin, rzi, nečistot a mastnoty. Dodávají se ve svazcích po 100 kusech v délkách 1 metr. Často bývají poměděné, aby nereživěly. Tyčinky pro svařování šedé litiny bývají lité, mají větší průměr a jsou kratší.

Průměry drátů se volí podle tabulek v závislosti na tloušťce svařovaného materiálu. Svařovací dráty se vyrábějí v průměrech 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; a 10,0 mm. U tenkých plechů se volí průměr drátu o 0,5 až 1 mm větší, než je poloviční tloušťka svařovaného materiálu.

3.1.2 Rozdělení svařovacích drátů

Podle použití se dráty rozdělují do těchto skupin:

- dráty pro spojovací svary uhlíkových a nízkouhlíkových ocelí,
- dráty pro svařování nerez ocelí a žáruvzdorných ocelí,
- dráty pro svařování neželezných a lehkých kovů,
- dráty a tyčinky pro svařování šedé litiny,
- dráty a tyčinky pro tvrdé a speciální návary,
- dráty pro navařování rychlořezných nástrojů a speciálních tvrdých slitin.

3.1.3 Označení svařovacích drátů

Na trhu je dnes celá řada dodavatelů svařovacích drátů a každý dodavatel označení provádí jinak. Podle firmy ESAB, která je výrobcem přídavných materiálů v ČR, se dráty označují písmenem a třemi číslicemi.

G XXX

G – písmeno označující přídavný materiál pro svařování plamenem

X – první číslice udává, pro jakou skupinu základních materiálů je přídavný materiál určen

XX – druhá a třetí číslice udává pořadové číslo

Přídavné materiály

Příklad označení svařovacího drátu: **G 102**

Složení drátu: 0,1 % C, 0,15 % Si, 0,5 % Mn

Mechanické vlastnosti: $R_e = 260 \text{ MPa}$, $R_m = 410 \text{ MPa}$

Vyráběné průměry: 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; a 5,0 mm

Délka: 1000 mm

Použití: Pro nenáročné svary potrubí a tenkých plechů, běžné stavební a zámečnické svářečské práce.



Obr. č. 20 Dráty pro svařování plamenem

3.2 Tavidla

Jsou to přídavné materiály, které zabraňují oxidaci kovů a rozpouštění oxidů na povrchu kovů. U většiny materiálů stačí redukční schopnost plamene k tomu, aby odstranila oxidy z povrchu a bez problémů umožnila svařování. Nestačí-li účinek plamene, odstraňují se oxidy pomocí tavidel.

Tavidla jsou obvykle na bázi chloridů a fluoridů alkalických prvků. Používají se ve formě prášků, past a roztoků. Na přídavný materiál se nanášejí na obal nebo jsou výplní trubičky.

Technické plyny

4 Technické plyny

Pro svařování a zpracování materiálů plamenem se používají následující plyny:

4.1 Kyslík (O_2)

Podporuje hoření ve směsi s hořlavými plyny. Při dopravě plynů je využívána jeho stlačitelnost. Vyrábí se ze vzduchu zkapalněním při $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$. Barva hrdla láhve je bílá (staré označení bylo modře), ventil se používá mosazný s W závitem pravým. Tlak plynu v láhvi je 15 MPa pro láhve s objemem 40 litrů nebo 20 MPa pro láhve s objemem 50 litrů. Láhve pro kyslík jsou vyrobeny z bezešvých trubek z oceli 13 142.

4.2 Acetylén (C_2H_2)

Vyrábí se z karbidu vápnicku v acetylénových vyvíječích nebo tepelným štěpením uhlovodíků v elektrickém oblouku. Ve směsi s kyslíkem vytvoří teplotu plamene až $3\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Proti ostatním plynům má vyšší teplotu plamene, větší rychlost hoření i vyšší výkon. Je to bezbarvý, nejedovatý, štiplavě páchnoucí plyn, který není možné stlačit jako kyslík, protože by mohl explodovat.

Barva hrdla láhve je kaštanová (staré značení bílou barvou), používá se ocelový ventil bez závitu – třmen. Tlak plynu v láhvi je 1,5 MPa. Láhve s acetylémem jsou vyrobeny z bezešvých trubek z oceli 11 350. Acetylénové láhve jsou vyplněny pórovitou hmotou, která je napuštěna tekutým acetonem. Velké množství malých pórů zabraňuje samovznícení. Kromě pórovité hmoty (cca 25 %) je v láhvi

38 % acetonu, 29 % prostoru pro zvětšení objemu plynu a 8 % bezpečnostního prostoru. Litru acetonu uvolní při atmosférickém tlaku asi 24 litrů acetylenu. Při tlaku 1,5 MPa je v jednom litru acetonu rozpuštěno 300 až 400 litrů acetylenu.

Acetylén se používá ke svařování a zpracování materiálu plamenem buď přímo z vyvíječů, nebo čištěný a rozpuštěný v acetonu z láhve.

4.3 Vodík (H_2)

Vyrábí se elektrolytickým rozkladem vody nebo rozkladem sodných a draselných solí nebo destilací zkapalněných koksových plynů. Vodík je hořlavý plyn, který ve směsi s kyslíkem má teplotu plamene $2\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Barva hrdla láhve je červená, ventil má mosazný s W levým závitem. Tlak plynu v láhvi je 15 MPa.

Vodík se používá hlavně k pájení hliníku a olova a k dalšímu zpracování materiálu plamenem.

4.4 Svítiplyn (směs uhlovodíků)

Vyrábí se suchou destilací, je to jedovatý plyn. Láhve se jím neplní, odebírá se z rozvodu. Ve směsi s kyslíkem je teplota plamene $2\,700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Technické plyny

Používá se jako samotný plyn nebo ve směsi s acetylénem k svařování a zpracování materiálů s nízkou teplotou tavení plamenem, dále k tvrdému pájení.

4.5 Propan (C_3H_8) Butan (C_4H_{10})

Oba plyny většinou tvoří směs. Získávají se jako vedlejší produkty při zpracování syntetických paliv a zemních olejů. Ve směsi s kyslíkem mají teplotu plamene kolem 2 800 °C. Barva hrdla láhve je červená (staré označení oranžovou barvou, doplněno názvem plynu). Používá se mosazný ventil s W levým závitem. Tlak plynu v láhvi je do 20 MPa.

Plyn se používá ve směsi nebo oba plyny samostatně ke zpracování materiálu plamenem, méně ke svařování.

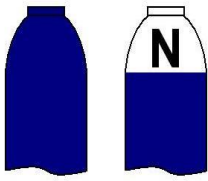
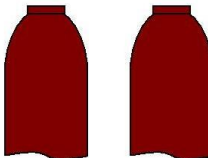
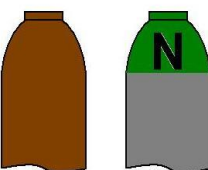
Kromě těchto technických plynů se dále mohou používat vzduch, argon, hélium, xenon, krypton, neon a další plyny ve směsích.

Označení lahví technických plynů

plyn	hrdlo	plášť (volitelně)
kyslík, technický (O_2)	bílé	modrý
acetylen (C_2H_2)	kaštanově hnědá	kaštanově hnědá
argon (Ar)	tmavě zelené	šedý
dusík (N_2)	černé	černý
oxid uhličitý (CO_2)	šedé	šedý
helium (He)	hnědé	hnědý

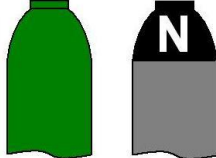
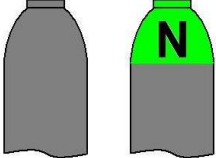
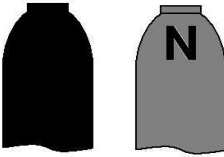
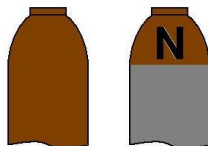
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Technické plyny

<p><u>KYSLÍK</u></p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 	<p>XENON, KRYPTON, NEON</p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 
<p><u>ACETYLEN</u></p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 	<p>VODÍK</p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 
<p><u>ARGON</u></p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 	<p>FORMOVACÍ PLYN (N,H)</p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 
<p><u>DUSÍK</u></p>	<p>VZDUCH/SMĚSNÝ PLYN (Ar,CO2)</p>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Technické plyny

<p>STARÉ NOVÉ</p> 	<p>STARÉ NOVÉ</p> 
<p>OXID UHLIČITÝ</p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 	<p>HELIUM</p> <p>STARÉ NOVÉ</p> 

Zařízení pro plamenové svařování

5 Zařízení pro plamenové svařování

Při svařování plamenem se stykové plochy natavují pomocí tepelné energie, která vzniká spalováním hořlavého plynu ve směsi s plynem, který podporuje hoření.

Pod pojmem svařovací zařízení rozumíme souhrn všech technických prostředků, které umožňují vznik plamene ve svařovacím hořáku potřebného pro natavení. Do svařovacího zařízení patří následující prostředky:

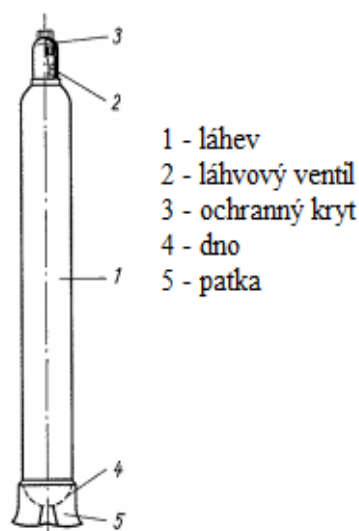
1. Tlakové láhve s pracovními plyny
2. Acetylenové vyvíječe
3. Láhvové ventily
4. Redukční ventily
5. Hadice
6. Svařovací hořáky

5.1 Tlakové láhve

Používají se pro dopravu a manipulaci s pracovními plyny. Láhve jsou ocelové, vyrobené z ocelových bezešvých trub s tloušťkou stěny od 5 do 8 mm v závislosti na tlaku plynu v láhvi. Nejčastěji má tlaková láhev objem 50 litrů, ale mohou být i menší o objemu 10, 20 nebo i 40 litrů. Láhve jsou rovněž označeny celou řadou údajů o dovoleném tlaku, objemu apod. Aby nedošlo k záměně lahví, jsou pro konkrétní plyn označeny barevně u hrdla láhve nebo jsou barevně označeny celé láhve. Pro barevné značení platí od roku 1998 nová evropská norma ČSN EN 1089-3 (označování tlakových lahví



Obr. č. 21 Tlakové láhve



Obr. č. 22 Ocelová láhev

Zařízení pro plamenové svařování

pro přepravu plynů), která nahradila starou normu ČSN 07 8509. Velké písmeno N na láhvi upozorňuje na značení láhve podle nové normy, je provedeno na horní části láhve dvakrát na protilehlých stranách. Láhvé ventily mají rovněž různé závity, aby nemohlo dojít k jejich záměně. Tlaková láhev má tyto části:

- vlastní těleso láhve,
- hrdlový kroužek,
- ochranný kryt nebo ochranný klobouček,
- láhvový ventil,
- patka – jen u láhví s vypouklým dnem, slouží k ustavení láhve.

Na každé láhvi je rovněž na její horní části umístěna informační nálepka, na níž jsou uvedeny další údaje – složení plynu, označení výrobku výrobcem, název a popis plynu, upozornění výrobce a jeho adresa apod.



Obr. č. 23 Informační nálepka na láhvi

5.2 Acetylenové vyvíječe

Jsou to zařízení, která slouží k výrobě acetylénu působením vody na karbid vápníku. Lze je rozdělit podle několika kritérií:

a) Podle tlaku:

- nízkotlaké – do velikosti tlaku 5 kPa,
- středotlaké – do velikosti tlaku 35 kPa,
- vysokotlaké – do velikosti tlaku 150 kPa.

b) Podle velikosti náplně a použití:

- montážní přenosné – náplň do 2 kg karbidu,
- dílenské stabilní – náplň maximálně 2 krát 2 kg karbidu,
- velké stabilní – pro náplň až 500 kg, jsou nainstalovány na zvláštním pracovišti a acetylén se na místo svařování rozvádí potrubím.

c) Podle principu výroby:

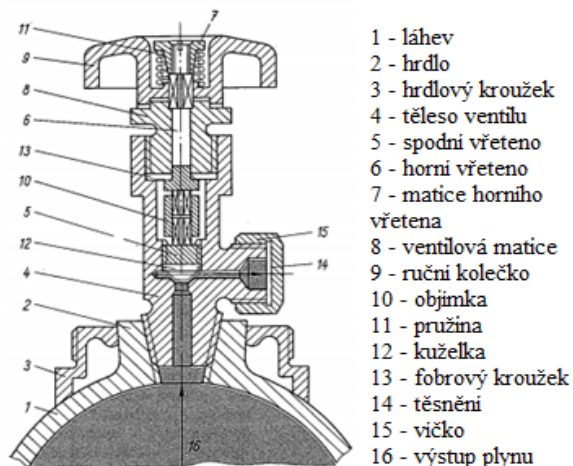
- násypné – jsou do poloviny naplněny vodou, acetylén dopadá na síto ponořené ve vodě a probublává nahoru, odkud je veden na svařovací pracoviště,
- zásuvkové – voda shora kape na karbid v zásuvce,
- ponořovací – karbid je umístěn v koši, koš se ponořuje do vody podle množství vyrobeného acetylénu.

Vyvíječe jsou doplněny dalším příslušenstvím – čistič pro čištění acetylénu, zařízení k zabránění zpětného šlehnutí plamene (aby se nevznítla směs uvnitř hořáku) nebo vniknutí kyslíku do vyvíječe.

Zařízení pro plamenové svařování

5.3 Láhvové ventily

Uzavírají láhev při dopravě, umožňují odběr plynu z láhví a jejich plnění. Láhvové ventily jsou do zesílené části hrdla našroubovány pomocí kuželových závitů. Aby nedošlo k záměně připojení redukčních ventilů na láhvové ventily, je připojení redukčních ventilů voleno odlišnou formou jako např. převlečnou maticí s různými typy závitů, různým směrem otáčení, různým stoupáním nebo pomocí třmenů. Láhvový ventil pro odběr acetylénu je konstrukčně řešen tak, že redukční ventil se na acetylenovou láhev připojuje pomocí třmenu. Ostatní láhvové ventily jsou konstruovány pro připojení redukčních ventilů pomocí převlečné matice.



Obr. č. 24 Láhvový ventil

Jsou to zařízení pro regulování vstupního tlaku (z tlakové láhve) na pokud možno konstantní výstupní pracovní tlak, který je nižší. Připojuje se k láhovému ventilu.

Redukční ventily splňují dvě funkce:

- snižují tlak plynu v tlakové láhvi na tlak pracovní potřebný ke svařování,
- automaticky udržují tento stálý pracovní tlak bez ohledu na to, jaký je úbytek plynu nebo pokles tlaku v láhvi.

Redukční ventily pro jednotlivé plyny se liší jednak barvou, způsobem připojení k láhovému ventilu i vlastní konstrukcí.

Nejčastěji se používají redukční ventily membránové, které mají dvě základní části:

- vysokotlakou část,
- nízkotlakou část.

Vysoký tlak plynu v láhvi se měří obsahovým manometrem. Z láhve proudí plyn do vysokotlaké části redukčního ventilu. Velikost pracovního tlaku plynu se seřizuje pomocí regulačního šroubu, pružiny, membrány a odtlačovacího kolíku. Tento pracovní tlak se měří pracovním manometrem. Z nízkotlaké komory pak plyn proudí přes výstupní ventil ke svařovacímu hořáku. Pokud při odběru plynu dojde k poklesu tlaku v nízkotlaké části, regulační pružina vyzvedne pryžovou membránu a s ní pryžovou kuželku, čímž se dosáhne tlaku, který je nastaven



Obr. č. 25 Láhvový ventil

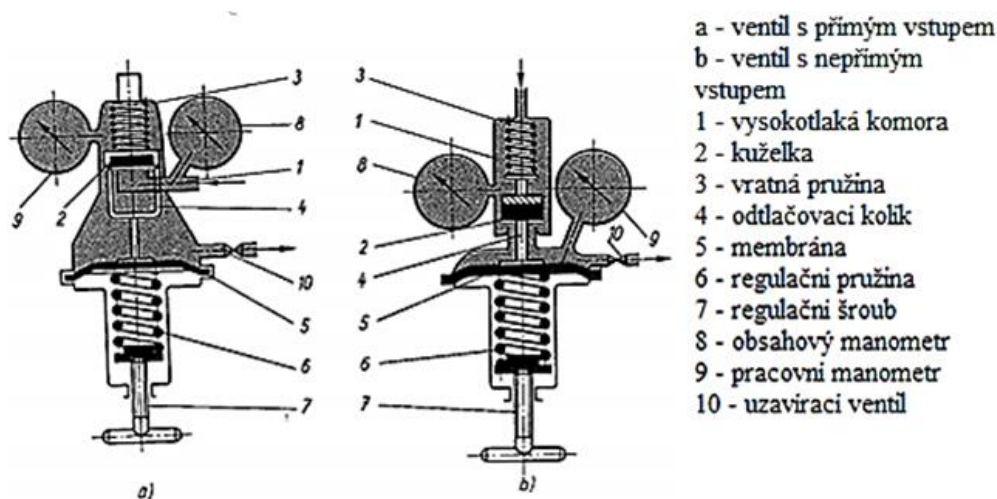
Zařízení pro plamenové svařování

regulačním šroubem. Pro případ poruchy bývají redukční ventily opatřeny pojistným ventilem, který chrání redukční ventil před vysokým tlakem. V případě překročení přípustného tlaku uniká plyn do volného prostoru.

Manometry (tlakoměry) jsou našroubovány na redukčním ventilu. Jsou to zařízení s pružnou – Bourdonovou trubicí. Měřený tlak se odečítá přímo pomocí ukazatele na stupnici. Tlak se udává v barech, popř. u obsahového manometru v MPa, u pracovního manometru v kPa. Maximální provozní tlak je na číselníku označen symbolem nebo barevnou značkou. Nesmí překročit 3/4 maximálního údaje stupnice.

Redukční ventil na kyslík je řešen tak, aby nemohlo dojít k vnitřnímu vznícení. Ventil je mosazný, přípojka na láhvový ventil je pomocí matice s W závitem. Na výstupu je hadicový nástavec se světlostí 4,5 mm. Všechny jeho části musí být pečlivě očištěny a odmaštěny.

Redukční ventil na acetylén je řešen tak, aby výstupní tlak nepřekročil 0,15 MPa. Ventil je mosazný, připojovací třmen a šroub je ocelový. Na výstupu je hadicový nástavec se světlostí 6 mm.



Obr. č. 26 Redukční ventily



Obr. č. 27 Tlaková láhev s redukčními ventily a hadicemi

Zařízení pro plamenové svařování

5.5 Hadice

Hadice slouží k vedení plynu z tlakové láhve ke svařovacímu hořáku. Musí mít správnou konstrukci, která je dána normou ČSN EN ISO 14113. Používají se vysokotlaké hadice, které jsou pryžové zesílené zpevňující textilní vložkou.

Hadice pro svařování musí být náležitě označeny. Na obalu hadice na několika místech, nejméně ve vzdálenosti 1 metr, jsou uvedeny následující údaje:

- číslo normy (ČSN EN ISO 14113),
- nejvyšší jmenovitý pracovní tlak v MPa,
- jmenovitá světlost hadice,
- údaje o výrobci,
- rok výroby.

Hadice musí být absolutně těsné, upevňují se k nátrubkům pomocí páskových svorek, aby nedošlo k unikání plynu. K prodloužení hadic se používají speciální hadicové spojky. Tvary nátrubků i hadicových spojek jsou rovněž normalizovány.

Pro každý plyn jsou hadice barevně i rozměrově odlišeny:

- hadice pro rozvod acetylénu – jsou označeny červenou barvou, světlost hadic bývá od 9 do 14 mm,
- hadice pro rozvod kyslíku – jsou označeny modrou barvou, světlost hadic bývá od 6 do 9 mm.

Tloušťka stěny hadic se pohybuje od 4 do 6 mm.

Jelikož jsou hadice velmi nebezpečným článkem svařovacího zařízení, platí pro práci s nimi přísné bezpečnostní předpisy:

- nejmenší délka hadic je 5 m, stejná minimální vzdálenost platí i mezi přípojkami,
- nejmenší dovolená pracovní vzdálenost od vyvíječe nebo od láhve je 3 m,
- při svařování nesmí mít svářeč hadice nikde namotané,
- hadice nesmí bránit přístupu k lahvím nebo se jich dotýkat,
- pokud hadice musí být taženy přes přechody, musí být opatřeny krytem nebo zavěšeny na vhodných závěsech,
- nové hadice musí být propláchnuty teplou vodou a profouknuty,
- těsnost hadic a spoju se musí přezkoušet v předepsaných intervalech předepsaným tlakem, ponořením do vody apod.

5.6 Svařovací hořáky

Svařovací hořáky jsou pracovním nástrojem pro svařování plamenem. Ve svařovacím hořáku dochází ke směšování hořlavého plynu (acetylénu) s plynem podporujícím hoření (kyslík). Tím se docílí požadované výstupní rychlosti směsi a tvar plamene vhodný pro daný způsob svařování nebo řezání.

Zařízení pro plamenové svařování

Svařovací hořák musí splňovat celou řadu požadavků:

- rovnoměrné promíchání hořlavého plynu s kyslíkem,
- zajištění správného směšovacího poměru plynů,
- zajištění stability plamene,
- malá hmotnost,
- zabránění zpětnému šlehnutí plamene,
- zajištění správného typu svařovacího kužele pro určitý druh svařování,
- snadná ovladatelnost,
- jednoduchá konstrukce.

Svařovací hořáky můžeme rozdělit podle několika kritérií. Podle tlaku je můžeme rozdělit na:

- nízkotlaké (injektorové),
- vysokotlaké.

Nízkotlaký hořák se používá nejčastěji. Injektor je zařízení, které nasává acetylen o nízkém tlaku vyšším tlakem kyslíku do svařovacího nebo řezacího hořáku. Směšování kyslíku a acetylénu probíhá ve směšovací komoře. Hlavní částí injektorového hořáku je rukojeť, nástavce pro přívod kyslíku a acetylénu a svařovací nástavec. Svařovací nástavce jsou dodávány v sadách, jsou odstupňovány a označeny podle způsobu použití. Svařovací nástavce se k rukojeti přichycují pomocí převlečné matice. Každý nástavec je číselně označen, číslo udává:

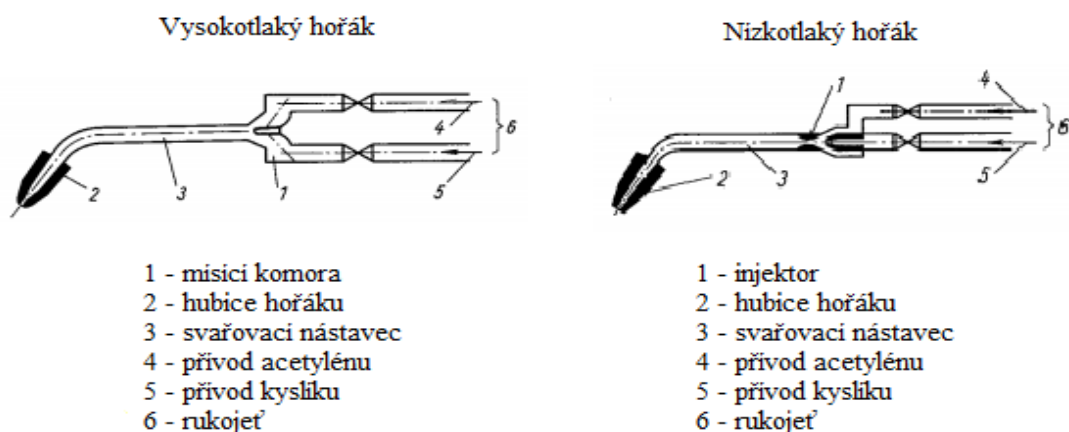
- tloušťku svařovaného plechu,
- spotřebu acetylénu pro svařování.

Vysokotlaký hořák má jednodušší konstrukci. Hořlavý plyn (acetylén) i kyslík vstupují do směšovací komory pod přibližně stejným tlakem a pod stejným tlakem se směšují ve směšovací komoře. Zvláštním typem vysokotlakého hořáku je hořák rovnotlaký, u něhož se pro oba plyny (acetylén i kyslík) používá jeden společný ventil. Protože tlak obou plynů musí být stejný, jsou před hořák nainstalovány redukční ventily, které toto zajistí.

V zásadě můžeme svařovací hořáky podle použití rozdělit do několika skupin:

- svařovací hořáky pro svařování tenkých plechů,
- svařovací hořáky univerzální,
- svařovací hořáky pro svařování tlustých plechů,
- svařovací hořáky speciální.

Zařízení pro plamenové svařování



Obr. č. 28 Svařovací hořáky

Kromě těchto základních částí bývá svařovací zařízení doplněno dalšími komponentami:

1. acetylenové bezpečnostní předlohy,
2. baterie tlakových lahví,
3. spořič plynů,
4. zařízení proti zpětnému šlehnutí plamene.

5.7 Acetylenové bezpečnostní předlohy

Bezpečnostní předlohy se používají při odběru acetylénu z vyvíječů. Jsou to zařízení, která zabraňují zpětnému šlehnutí plamene. Umísťují se buď přímo na pracoviště, je-li acetylen odebírán z rozvodu, nebo se umísťují mezi hořák a acetylenový vyvíječ. Podle konstrukce můžeme předlohy rozdělit do dvou skupin:

- vodní předlohy,
- suché předlohy.

U vodní předlohy acetylen probublává vodou, při výstupu z vody je odváděn přes kontrolní ventil k svařovacímu hořáku. Vzdálenost bezpečnostní předlohy od plamene nesmí být menší než 3 metry.

Suché předlohy postupně nahrazují vodní předlohy. Jsou opatřeny pojistkou, která brání cestě kyslíku do acetylenové hadice, vnikne-li dovnitř. Vzdálenost bezpečnostní předlohy od plamene nesmí být menší než 1 metr.

5.8 Baterie tlakových lahví

Používá se ke spojování tlakových lahví, aby nedocházelo ke strhávání acetonu acetylenem při vysokém trvalém odběru acetylénu z láhve.

Zařízení pro plamenové svařování

5.9 Spořič plynů

Používá se proto, aby svářeč při přestávkách mezi svařováním nemusel opakovaně seřizovat plamen a mohl rychleji pokračovat v práci. Spořič plynů se vkládá mezi svařovací hořák a pojistku proti zpětnému šlehnutí. Chce-li mít svářeč přestávku při svařování, zavěsí svařovací hořák na páku spořiče, čímž se uzavřou přívody obou plynů ve spořiči a zároveň se zapálí plamínek ve spořiči. Při sejmutí páky z hořáku se otevřou oba ventily, od plamínku se zapálí hořák a svářeč může pokračovat v práci bez dalšího seřizování plamene.

5.10 Pojistka proti zpětnému šlehnutí plamene

Pojistka proti zpětnému šlehnutí je jedním z bezpečnostních zařízení, které dokáže zabránit škodám způsobeným špatnou funkcí hořáků nebo jejich nesprávným použitím. Pro zajištění proti zpětnému šlehnutí plamene a úniku plynu je v přívodu acetylénu potřebná pojistka. Je zařazena mezi redukčním ventilem a svařovacím hořákem. Pojistka zabraňuje vniknutí kyslíku do přívodu hořlavého plynu a vytvoření výbušné směsi. Před připojením redukčního ventilu je třeba nakrátko otevřít ventil láhve, aby se vyfoukly nečistoty z přípojky. Poté se zašroubuje regulační šroub redukčního ventilu.

Technologie svařování

6 Technologie svařování

Zdrojem tepla při plamenovém svařování je chemická energie, která vznikne hořením směsi okysličujícího a hořlavého plynu. Parametry zdroje tepla - plamene se řídí použitými plyny. U kyslíko-acetylénového plamene je maximální teplota plamene $\sim 3\,150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.1 Druhy plamenů

6.1.1 Podle poměru mísení plynů

1. Nauhličující

V plamenu je přebytek acetylénu. Do lázně se dostává uhlík, který má negativní vliv na svařitelnost. Používá se na speciální účely, např. nanášení tvrdokovů, svařování hliníku a jeho slitin. Tento plamen poznáme podle mlhavého závoje.

2. Neutrální

Poměr kyslíku a acetylénu je 1:1. Plamen nemá negativní vliv na tavnou lázeň. Běžně je používán na svařování. Seřídíme ho tak, že mlhavý závoj se musí ztratit a svařovací kužel se nesmí zkracovat! Platí naopak, že při seřizeném neutrálním plamenu a při přidání acetylénu se svařovací kužel nesmí prodloužit, ale musí začít vznikat mlhavý závoj.

3. Oxidační

V plamenu je přebytek kyslíku. Kyslík přechází do tavné lázně, kde má negativní vliv. Používá se na speciální účely jako např. na svařování mosazi a některých druhů bronzů. Plamen má kratší, namodralý svařovací kužel.

6.1.2 Podle výstupní rychlosti plynů

1. Měkký

Výstupní rychlost je 70-100 m/s. Plamen je náchylný k zpětnému šlehnutí. Používá se pouze na pájení.

2. Střední

Výstupní rychlost je 100-120 m/s. Používá se běžně na svařování.

3. Ostrý

Výstupní rychlost nad 120 m/s. Velká výstupní rychlost má negativní vliv na tavnou lázeň (rozháná ji). Tento plamen se používá na ohřev.

Technologie svařování

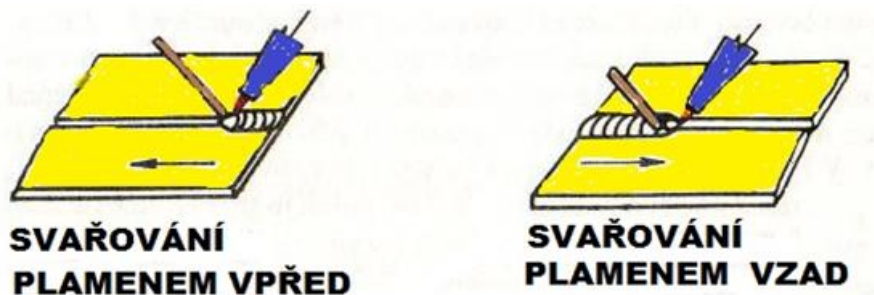
6.2 Postupy svařování

6.2.1 Postup vpřed

Používá se do tloušťky 3 mm. Klade menší nároky na svářeče. Kresba housenky je jemnější. Náchylnost studených spojů.

6.2.2 Postup vzad

Používá se na svařování tloušťky 4 mm a více. Svar je kvalitnější. Plamen lépe chrání hotový svar před okysličováním a zároveň jej žihá. Je lépe vidět do prováděného kořene. Pohyb drátu napomáhá snižování vnitřních vad. Při tomto postupu vznikají menší deformace a vnitřní pnutí.



Obr. č. 29 Způsoby svařování

6.3 Příprava svarových ploch

Před svařováním se musí připravit svařované díly a svařované plochy, vychází se přitom z normy ČSN EN ISO9692 – 1 Svařování a příbuzné procesy – doporučení pro přípravu svarových spojů.

Pro plamenné svařování se používá:

- a) I svar,
- b) koutový svar,
- c) lemový svar.

6.4 Stehování

Před svařováním je nutné svarky nastehovat. Stehy jsou krátké svary, jejichž velikost, rozteč a délka se určují podle tloušťky materiálu a délky budoucího svarového spoje. Nutná je celková celistvost stehů, protože při vlastním svařování dochází k deformacím a pnutím. Při stehování je nutno dostatečně provařit kořen. Vadné stehy je nutné před svařováním odstranit. Krátké svary se stehují na obou koncích délky svaru a uprostřed. Delší svary ve vzdálenosti 25 – 30 násobku svařované tloušťky.

Technologie svařování

6.5 Zapalování plamene

Při zapalování plamene současně otevřeme malý průtok kyslíku a acetylénu, vzniklou směs zapálíme. Plamen je nutné nastavit tak, aby klidně hořel a nezhasínal. Výhoda plamene je v nastavování přebytku kyslíku nebo acetylénu.

6.6 Zhasínání plamene

Při zhasínání plamene je nutné nejprve uzavřít na rukojeti svařovacího hořáku ventil hořlavého plynu, až potom následuje uzavření kyslíkového ventilu. O zhasnutí plamene je nutné se přesvědčit opětovným otevřením acetylénového ventilu.

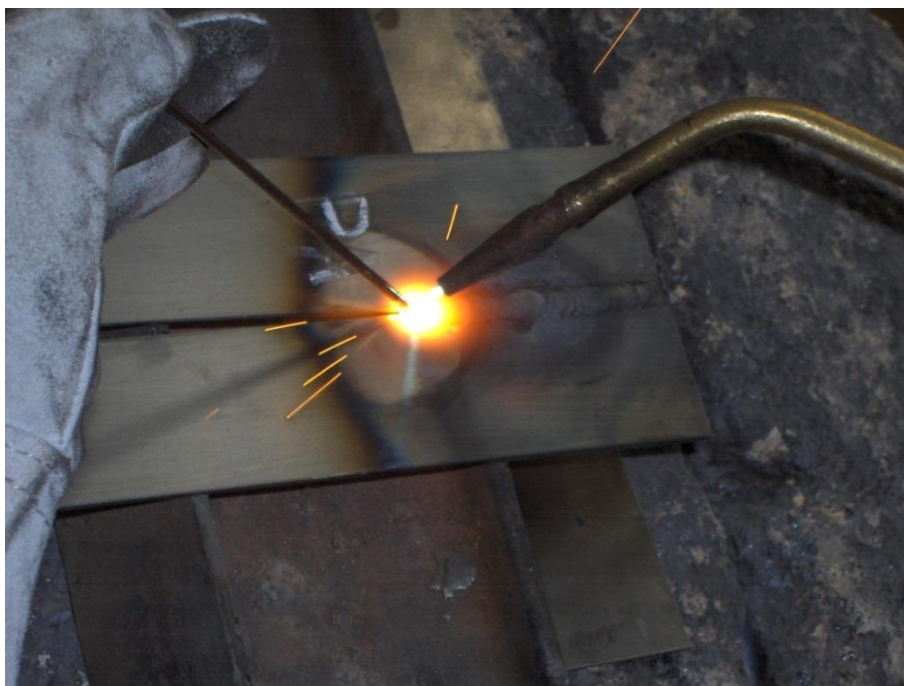
6.7 Druhy svarů

6.7.1 I svar v poloze vodorovné shora, svařování vpřed

Svařujeme materiál tloušťky 1 – 3 mm. Oba svařované dílce je nutné ustavit do roviny tak, aby mezi nimi vznikla mezera dle výpočtu ($0,5 \div 1$) s. Mezeru je nutné nastavit větší, protože po sestehování se vlivem chladnutí kovu mezera zmenší. Oba díly se stehují střídavě od středu k okrajům.

Vytvoření kvalitního svarového spoje vyžaduje použití přídavného materiálu. Průměr přídavného materiálu (d) volíme podle jednoduchého vztahu:

$d = 1/2t + 1$, kde t je tloušťka svařovaného dílu.

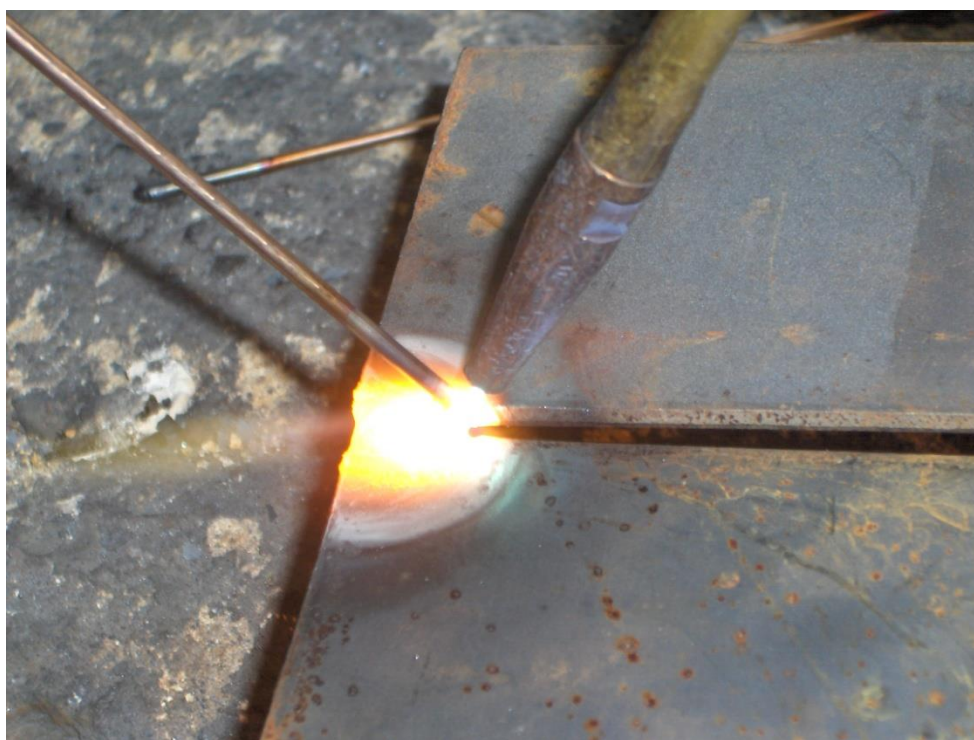


Obr. č. 30 I-svar vodorovná poloha vpřed PA

Technologie svařování

6.7.2 I svar v poloze vodorovné shora, svařování vzad

Pro větší tloušťky materiálu (4 – 5 mm) se provádí I svar svařováním dozadu. Svařované plochy se ustaví tak, aby mezera mezi díly byla 0,6 s. Je zde odlišnost vedení drátu před hořákem ve směru svařování. Plamen směřuje do středu svarové mezery a jeho okraj sahá do jedné třetiny tloušťky svařovaného průřezu. Jeho polovina udržuje natavení svarových ploch do tvaru hruškovitého rozevření a druhá udržuje tekutý kov svarové lázně. Přídavný materiál koná krouživý pohyb ve svarové lázni, kterou promíchává a formuje kořen i povrch. K ose svařovací hubice hořáku je nakloněn v úhlu 80° až 90°. Drát se ohýbá do úhlu 90°, aby sálavé teplo neobtěžovalo svářeče.

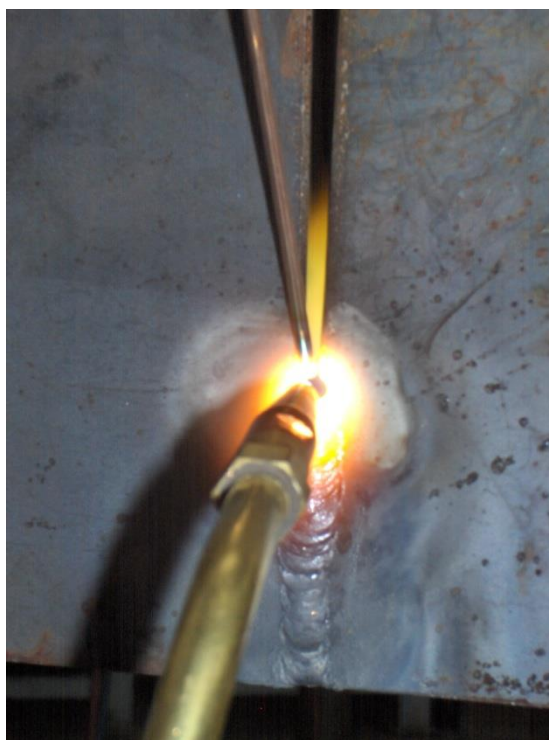


Obr. č. 31 I-svar PA vzad

I svar v poloze svislé

Správná volba hořákového nastavce a neutrální plamen jsou předpokladem úspěšného svaru. Světelný kužel plamene je zaměřen do svarové mezery a svým sklonem 80° natavuje okrajové plochy do tvaru hrušky. Přídavný materiál koná příčně kývavý pohyb. Drát zůstává trvale pod hubicí hořáku a ze svarové lázně se nevzdaluje, ale kov trvale promíchává a formuje.

Technologie svařování



Obr. č. 32 I-svar svislý PF

6.7.3 I svar v poloze vodorovné

Je to obtížné svařování. Kov má tendenci vytékat z místa svařování. Svarová mezera musí být menší než tloušťka materiálu. Plamen volíme neutrální. Svařování provádíme postupem vzad. Drát vykonává krouživý pohyb v tavné lázni a pomáhá udržovat kov v horní polovině lázně. Plamen musí udržovat stejné množství tepla v obou polovinách svaru. Horní dílec odebírá více tepla než spodní. Je nutné udržovat rovnoměrné hruškovité rozevření. Pokud chceme přerušit svařování, nesmíme oddálit plamen prudkým pohybem, protože by mohlo dojít k vytečení svarového kovu mimo místo svařování.

6.7.4 Koutový svar

Vodorovný dílec se v sestavě nazývá pásnicí a ve svislé poloze stojinou. Svařujeme tloušťky materiálu 0,8 – 3 mm. Svařování plechů větší tloušťky je nevhodné.

6.7.4.1 Koutový svar v poloze vodorovné šikmo shora, svařování dopředu

Tloušťka stěny je do 3 mm. Plamen volíme neutrální a okraj svařovacího kužele v úhlu 45° je veden ve vzdálenosti 2 mm od materiálu. Přídavný drát je skloněn k rovině pásnice pod úhlem 45°. Svým

Technologie svařování

okrajem je ponořován do svarové lázně, kde se odtavuje. Plamen natavuje materiál do hloubky rovnající se zhruba polovině jeho tloušťky.

Koutové svary tloušťky větší než 3 mm se svařují vzad. Příprava je stejná jako při svařování vpřed. Sklon přídatného drátu mívá s rovinou pásnice úhel asi 45°, svařovací hořák úhel asi 60°. Je nutné pozorně sledovat natavování stojiny, která se nesmí přehřívat, jinak dochází ke stékání nataveného kovu a tím ke vzniku zápalů. Drát vykonává kroužící pohyb.

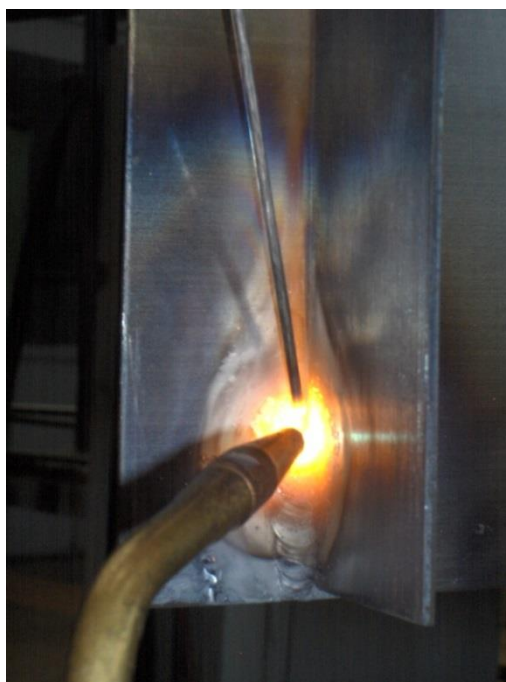


Obr. č. 33 Koutový svar vodorovný PB

6.7.4.2 Koutový svar v poloze svislé, svařování vpřed

Svařování začíná na spodním stehu vytvořením tekuté lázně a potom přídatný drát namáčíme do svarové lázně. Sklon hořáku od osy svaru je 70°. Drát s hořákem svírá úhel 90°.

Technologie svařování



Obr. č. 34 Koutový svar poloha PF

6.7.4.3 Koutový svar v poloze svislé, svařování vzad

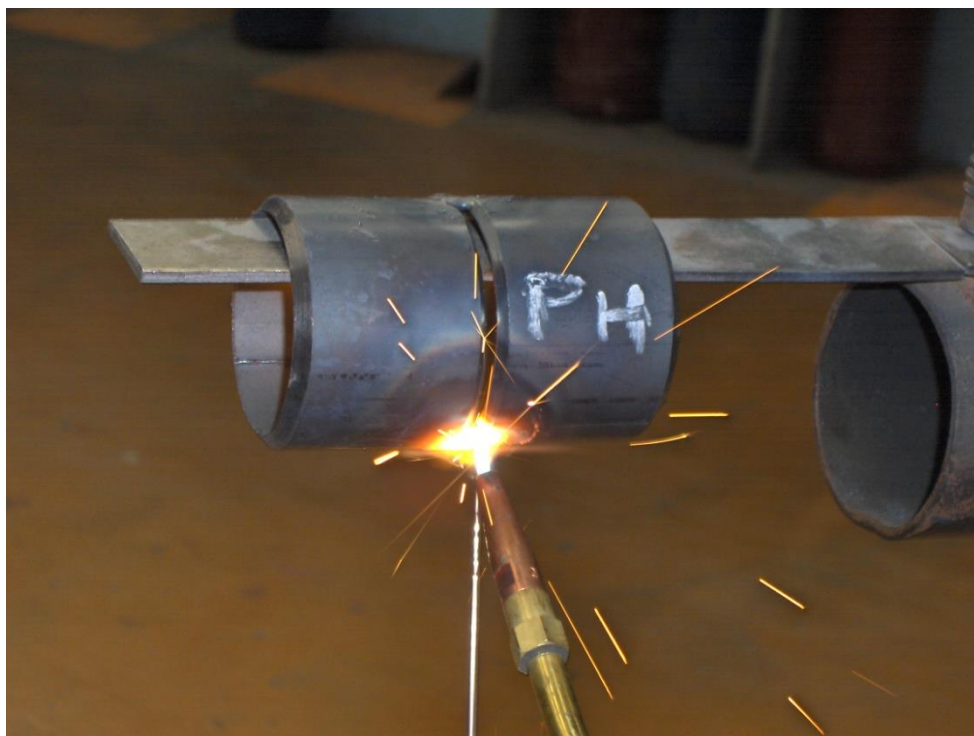
Při vedení hořáku je nutné mít větší úhel, přibližně $90^\circ - 100^\circ$, který je nutný k vytvoření a udržování hruškovitého otvoru. Přídavný drát koná příčně kývavý pohyb. Drát je veden za hořákem, jejich svíravý úhel je přibližně 15° .

6.7.4.4 Svařování trubek v PH poloze

V poloze PH je základní materiál z nelegované oceli o rozměrech $89 \times 4 \times 80$ mm. Svařovací nástavec 4 - 6 a 2 - 4, plamen neutrální a postup vzad. Trubku je nutno sestehovat se svarovou mezerou 3 mm, a to třemi stehy. Sestehované trubky se upnou do požadované polohy tak, aby jeden steh byl na vrcholu. Po předehřátí okolí svaru se svařuje ve spodní části asi 5 mm mimo svislou osu směrem od svářeče, který v této fázi svařování sedí a začíná svařovat v poloze nad hlavou směrem k sobě. Hořák se vede přímočaře, jeho osa pólí úhel rozevření a ve směru svařování je v této části osa hubice odkloněna od svislé osy trubky asi o 10° směrem k svářeči. Osa svařovacího drátu směřuje do středu trubky. Nejprve se vytvoří svarová lázeň a otevře se hruškovitý otvor ve svarové mezeře. Za hořákem se vloží do tekutého kovu předehřátý konec svařovacího drátu o příčně kývavém pohybu a vytlačováním svarové lázně do kořenové mezery. Svářeč ukončí na vrcholu trubky asi 5 mm za svislou osou. Svářeč potom svaří druhou stranu trubky stejným způsobem.

Druhou, krycí vrstvu, je nutno začít opět v poloze nad hlavou, avšak mimo začátek kořenové housenky. Tím se omezí soustředění případných chyb do jednoho místa. Použijeme 2 - 4 nástavec. Svařování probíhá stejně jako při svařování kořenové vrstvy. Krycí vrstva se vytvoří nadvakrát postupně na polovině obvodu trubek. Překrytí obou polovin na začátku i na konci obvodového svaru je nutné zdůraznit.

Technologie svařování



Obr. č. 35 Poloha PH

6.7.4.5 Trubka v poloze PC

Základní materiál z nelegované oceli rozměrů průměru $89 \times 4 \times 80$ mm. Svařovací nástavec 4 – 6 a 2 – 4, plamen neutrální a tekutý kov postupuje v dostatečném množství na vrchní svarovou plochu, aby byl úkos svarovým kovem rovnoměrně vyplněn asi do poloviny tloušťky stěny trubky. Přitom je nutno dbát na dostatečné množství svarového kovu, kterým je třeba vyplňovat hruškovitý otvor tak, aby vznikl rovnoměrný průvar.

Na krycí vrstvu použijeme nástavec 2 – 4. Sklon hubice hořáku se nemění. Zmenšením úhlu se dosáhne vyššího svaru ve druhé vrstvě, zvětšení úhlu má za následek plošší svar.

Poloha drátu se nemění. Při svařování krycí vrstvy je třeba dbát hlavně na to, aby kořenová vrstva a obě svarové plochy včetně hrany byly dobře nataveny, aby se dokonale promíchal svarový kov obou vrstev. Drátem pohybujeme krouživým pohybem a vynášíme kov nahoru.

Sestehované trubky upneme do požadované polohy. Čtvrtinu obvodu trubky v okolí svaru je potřeba předežhát do červena. Při svařování kořenové vrstvy je osa hubice hořáku ve směru svařování odkloněna asi o 40° od spojnice se středem trubky, od vodorovné roviny o úhel 10° .

Směrem dolů drát svírá s osou hubice ve směru svařování úhel asi 90° , od vodorovné roviny trubky je odkloněn o úhel 20° nahoru. Svařovací hořák se vede přímočaře a plamenem se vytváří potřebný hruškovitý otvor. Drát se vede krouživým pohybem shora dolů a zpět nahoru, přičemž se vynáší.

Technologie svařování



Obr. č. 36 Poloha PC

Řezání kyslíkem

7 Řezání kyslíkem

Bezpečnost práce vychází z těchto norem:

ČSN 05 0600 – Bezpečnostní ustanovení pro svařování (projektování a příprava pracovišť).

ČSN 05 0601 – Bezpečnostní ustanovení pro svařování kovů (provoz).

ČSN 05 0610 – Bezpečnostní ustanovení pro plamenové svařování kovů a řezání kovů.

Vyhláška MV – 87/2000 Sb. – Podmínky požární bezpečnosti a nahřívání živců v tavných nádobách.

ČSN 05 0705 – Předpisy pro základní zkoušky svářečů. Jsou zde zpracovány osnovy pro jednotlivé kurzy, zaškolení a školení svářečů dle příslušných norem a technických pravidel.

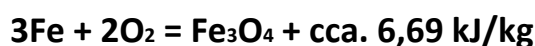
7.1 Charakteristika technologie řezání kyslíkem

Hlavním smyslem této technologické metody dělení materiálu spočívá hlavně v přípravě svarových ploch, dělení materiálu, podkládání kořene svaru a odstraňování vad ve svarech.

7.2 Podmínky pro řezání kovů kyslíkem

Řezání kovů kyslíkem je jedna z nejpoužívanějších technologií dělení materiálu. Mezi další často používané technologie dělení materiálu patří laser, plazma a vodní paprsek. Při řezání plamenem (kyslíkem) se používá otevřeného ohně o velké teplotě a plyny jsou pod tlakem stlačeny v tlakových láhvích. Z toho můžeme odvodit rizika výbuchu, požáru, popálení a udušení.

Technologie řezání kyslíkem spočívá v tom, že kov je zahřátý na vysokou teplotu (kolem 1100 °C) a v proudu kyslíku se spaluje. Jde o chemickou reakci, která probíhá dle rovnice:



Tato reakce vyvíjí teplo, které napomáhá přehřívání materiálu na zápalnou teplotu a kryje ztráty tepla sáláním do vzduchu a odvodem tepla do řezaného materiálu. U větších tloušťek materiálu, kdy zahřátí materiálu na zápalnou teplotu je obtížné, se spálením menšího množství kovu zahájí spalování železa v proudu kyslíku.

7.2.1 Podmínky dělení materiálu

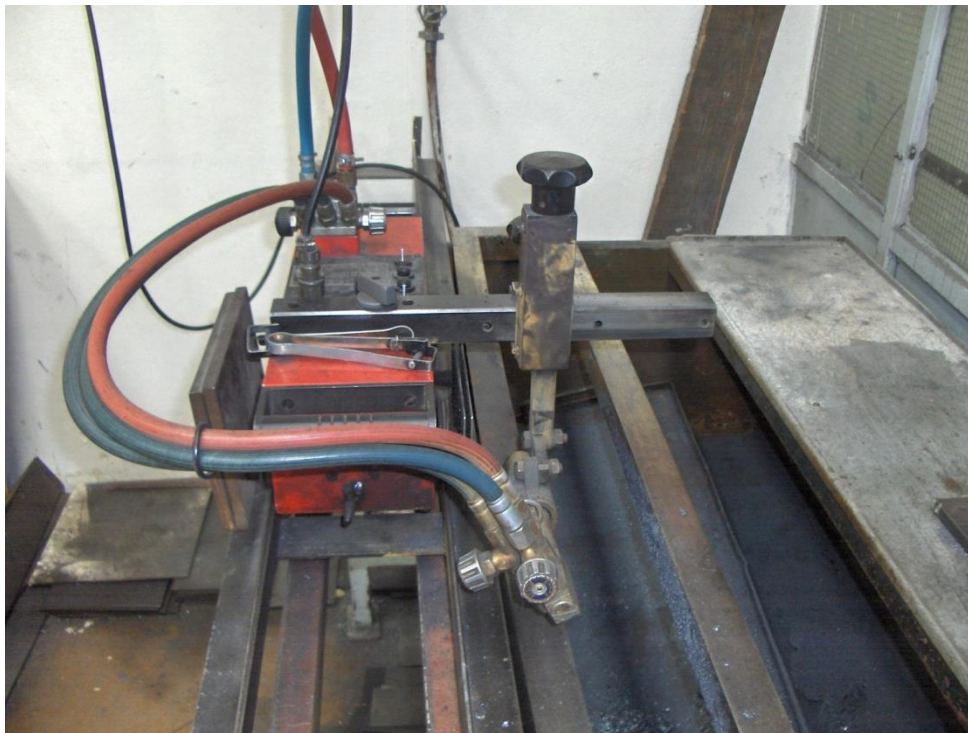
Při dělení materiálu musí být splněny tyto podmínky:

- dostatečné množství tepla,
- zápalná teplota musí být nižší, než teplota tavení kovů,
- teplota tavení oxidů musí být nižší, než teplota tavení kovů,
- dostatečný tlak kyslíku, aby byl možný výtok z řezné spáry.

Řezání kyslíkem

Tyto podmínky splňuje nízkouhlíková ocel. Nelze dělit litiny, nerezové oceli a neželezné kovy, protože jejich teplota tavení je nižší než teplota zápalná. Tyto nedělitelné kovy kyslíkem lze dělit např. plazmou.

Struska při pálení je tvořena oxidy, které jsou tekuté, pevné nebo plynné. Pro dělení kyslíkem jsou nejvhodnější oxidy tekuté, které se nejlépe odstraňují z místa dělení. Plynné znečišťují kyslík a mohou vyvolat negativní reakci kovu a kyslíku.



Obr. č. 37 Řezací stroj

7.2.2 Zařízení dělení kyslíkem

Velká část plynů a zařízení, které použijeme pro svařování plamenem, se uplatní i pro řezání kyslíkem. Základní rozdělení pro řezání kyslíkem je strojní řezání a ruční řezání. Úvodem si řekneme o zařízení, která jsou odlišná ve svařování a dělení kovů.

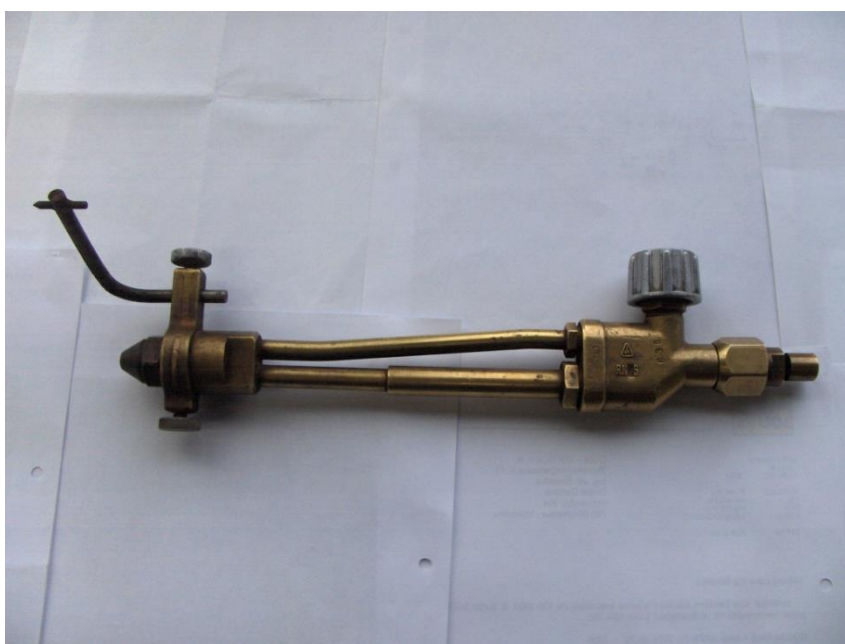
7.2.3 Zařízení pro ruční řezání (ruční hořáky)

Řezací hořák se skládá z těla hořáku, v němž je zašroubovaná dvoudílná nahřívací a řezací hubice. Ruční hořáky se dělí na řezací nástavce a řezací hořáky. Řezací nástavce pod označením RN3 umožňují řezání rozsahu síly materiálu od 3 do 80 mm. Samostatné hořáky pro ruční řezání R3 umožňují řezání oceli v rozmezí 3 až 300 mm. Pro menší síly plechu je možné použít řezací nástavce pod označením RN1, RN2 a RNK. Na řezacích nástavcích je nutné překontrolovat správné dotažení převlečné matice.

Řezání kyslíkem



Obr. č. 38 Řezací hořák



Obr. č. 39 Řezací nástavec

7.2.4 Zařízení pro strojní řezání

Mimo ručních řezacích hořáků máme k dispozici i hořáky strojní, které jsou součástí výbavy řezacích strojů.

Řezání kyslíkem

Řezací hořák má tyto části:

- válcové robustní těleso,
- ozubený hřeben (výškové nastavení),
- přívod kyslíku a hořlavý plyn.

Strojní řezací stroje jsou určeny pro sériovou výrobu dělení plechu. Velmi produktivní a relativní přesné pálení oproti ručnímu řezání kovů.

7.2.5 Tlakové láhve

Tlakové láhve jsou zařízení uchovávající určité množství plynu pod tlakem. K jejím výhodám patří mobilita se zachováním všech bezpečnostních pravidel při skladování a dopravě. Základem ocelové láhve je ocelová bezešvá trubka s tloušťkou stěny 5 až 8 mm.

Obsah acetylenové láhve je 40 litrů a hmotnost kolem 56 kg. Plnicí přetlak je maximálně 1,5 MPa. Láhev acetylenu obsahuje porézní hmotu, která zabraňuje stlačování plynu, aby nedošlo k případnému výbuchu. Porézní hmota je nasycena acetonem (40 %), který pohlcuje acetylen a při odběru ho uvolňuje. V jednom litru acetonu je při tlaku 1,5 MPa rozpuštěno přibližně 300 až 400 litrů acetylenu.

Při odběru musí láhev acetylenu stát, nebo může být položena pod úhlem min. 30°, aby nedocházelo ke strhávání acetonu při odběru a následnému požáru a výbuchu. Při dopravě láhve acetylenu na místo svařování musíme s odběrem počkat minimálně hodinu kvůli ustálení acetonu v láhvi. Tohle neplatí, pokud láhev byla dopravena ve stojící poloze.

Kyslíková láhev má obsah 40 litrů a plnicí přetlak 15 MPa. Hmotnost je přibližně 56 kg. Z bezpečnostního hlediska je nežádoucí jakýkoliv kontakt s mastnotou nebo oleji.

7.2.6 Pokyny pro manipulaci s láhvemi

Pro manipulaci platí následující pokyny:

- zákaz oprav a mazání ventilů,
- ponechat zbytkový tlak (od 0,05 MPa),
- u acetylenu je zbytkový tlak závislý na okolní teplotě,

Teplota okolí	Pod 0 °C	0 až + 15°C	15 až + 25°C	+ 25 až + 35°C
Přetlak C ₂ H ₂ v láhvi (Mpa)	0,02	0,05	0,10	0,15

Tab. č. 2 Tlak acetylenu v láhvi

- ochranné kloboučky musí být uloženy na suchém a čistém místě,
- láhve zajišťujeme proti pádu řetízkem nebo objímkou,
- na pracovišti mohou být maximálně 2 zásobní láhve stejného nebo různého druhu,

Řezání kyslíkem

- láhve musí být od ohně vzdáleny nejméně 3 metry. Vzdálenost láhví a sudů od topných těles a sálavých ploch musí být taková, aby povrchová teplota nádob nepřekročila hodnotu 50 °C. Když jsou láhve vystaveny sálavému teplu, musí být chráněny nehořlavou zástěnou vzdálenou od láhve nejméně 0,25 m, přesahující výšku láhve o 0,2 m a šířku láhve o 0,1 m,
- acetylen musí být odebírán z láhve rovnoměrně, maximální povolený odběr acetylenu je 1000 litrů/hodinu, při větším odběru je nutné láhve spojit do baterie, což jsou alespoň 3 láhve stejného plynu spojené do jednoho odběru.

7.2.7 Láhvové ventily

Láhvový ventil je zašroubován v horní zesílené části láhve a přes ventil se provádí odběr plynu a po vyprázdnění jeho naplnění. Je chráněn kloboučkem, který je na láhev zašroubován shora.

Láhvový ventil má (kromě acetylenu) závitovou přípojku, kde se připojuje redukční ventil podle daného použitého plynu.

7.2.8 Redukční ventily

Redukční ventily nám slouží k regulaci tlaku mezi láhví, kde je tlak vyšší, na tlak pracovní.

Zásady pro obsluhu redukčních ventilů:

- při velkých odběrech dochází k zamrznutí (použít horkou vodu),
- odstranit nečistoty ze sedla ventilů mechanicky nebo vteřinovým otevřením (ne u acetylenu),
- kontrola funkčnosti těsnění.

7.2.9 Hadicové pojistky

Hadicová pojistka nenahrazuje vodní ani suchou předlohu!

Hadicová pojistka PH2 a PH3 pro acetylen a novější BV12 pro kyslík i acetylen je tvořena zpětným ventilem, který brání vniknutí kyslíku nebo vzduchu do hadice s hořlavým plynem.

7.2.10 Předlohy

Chrání zdroj acetylenu před nebezpečím zpětného šlehnutí plamenem. Máme dva druhy předloh:

- vodní předlohy,
- suché předlohy.

Řezání kyslíkem

7.3 Technologie řezání kyslíkem

7.3.1 Plyny používané pro řezání kyslíkem

Nejvíce používané jsou kyslík a acetylén. Kyslík je základním plynem při dělení kovů, zatímco acetylén lze vhodně nahradit jinými hořlavými plyny (svítiplyn, vodík, propan). V případě kyslíku je jeho čistota velmi důležitým požadavkem (minimálně 99,2 %).

Pro řezání kyslíkem se nejčastěji jako hořlavý plyn používá acetylén. Vzhledem k dostačující teplotě je možné použít i svítiplyn, propan a vodík. Vhodnost hořlavého plynu je dána délkou přehřívacího času a tím celou ekonomickou stránkou procesu řezání. V tabulce jsou uvedeny porovnávací délky přehřívacích časů za použití různých druhů hořlavých plynů.

Tab. č. 3 Doba přehřívacích časů (s)

Tloušťka řezaného materiálu (mm)	Acetylen C_2H_2	Vodík	Svítiplyn
20	6 - 7	10 - 12	10 - 14
50	9 - 10	14 - 16	18 - 22
100	15 - 17	18 - 22	22 - 27
150	25 - 28	22 - 27	23 - 33
200	300 - 35	28 - 33	35 - 42

7.3.2 Parametry pro řezání

Parametry řezání jsou ovlivňovány kvalitou řezných ploch, řezaných hran a ekonomickým řezáním kyslíkem. Všechny parametry řezání jsou dány tloušťkou řezaného materiálu. Dělení materiálu lze rozdělit do dvou základních skupin. Do prvních (hlavních) parametrů řadíme:

- tlak řezacího kyslíku p (MPa),
- rychlost řezání v (mm/min),
- vzdálenost ústí řezací hubice od povrchu řezaného materiálu.

Do druhé skupiny (doplňujících) parametrů řadíme tyto parametry řezání kyslíku:

- velikost nahřívacího plamene,
- čistota řezacího kyslíku,
- stav povrchu řezaného materiálu,
- chemické složení materiálu.

Řezání kyslíkem

7.3.3 Rychlost řezání

Hodnota rychlosti hořáku bývá uvedena v dokumentaci k příslušnému hořáku. U přímých řezů je hodnota rychlosti řezání vyšší než u řezů tvarových. Malá rychlost řezání způsobuje natavování horních hran řezu a v řezné spáře je přebytek kyslíku. Velká rychlost může způsobit přerušení řezání materiálu. Existuje rozmezí (min. a max.) řezací rychlosti v. V tabulce jsou uvedeny některé hodnoty řezacích rychlostí v.

Tab. č. 4 Vybrané hodnoty řezných rychlostí

Tloušťka materiálu (mm)	Tlak řezacího kyslíku (Mpa)	Rychlost řezání (mm/min)	Spotřeba kyslíku (l/bm)	Spotřeba acetylenu (l/bm)
5	0,22	550	64,5	13,4
10	0,30	415	112	22,5
40	0,47	250	434	54
80	0,60	190	975	83
100	0,70	175	1210	114

7.3.4 Tlak řezacího kyslíku

Tlak řezacího kyslíku je nejvíce závislým parametrem řezání na tloušťce řezaného materiálu. Pokud není známa velikost řezacího kyslíku z návodu, lze tuto hodnotu vypočítat podle vzorce:

$P = a \cdot s$ (MPa) a – opravný koeficient,

- 0,6 – 0,8 pro ruční řezání,
- 0,4 – 0,6 pro strojní řezání,

s – tloušťka plechu v mm.

Obvykle bývají pracovní tlaky pro řezání kyslíkem nastaveny na pracovní tlak:

- kyslík 0,3 – 0,5 MPa,
- acetylen 0,15 MPa.

Správně nastavený tlak řezacího kyslíku dosahuje ostrých řezných hran a řezných ploch. Nadměrné množství kyslíku způsobuje nadměrný odvod tepla do řezaného materiálu a tím vzniká špatná kvalita řezu. Při řezání se spotřebuje jen nutné množství kyslíku a přebytek kyslíku způsobuje ochlazování

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezání kyslíkem

místa pálení i s negativními efekty. Závislost tloušťky řezaného materiálu na tlaku kyslíku je udána v tabulce.

Tab. č. 5 Závislost tloušťky materiálu na tlaku kyslíku

Tloušťka řezaného materiálu (mm)	Tlak řezacího kyslíku (MPa)
5	0,20
10	0,25
20	0,30
80	0,50
100	0,55
200	0,75
300	1,05

7.3.5 Vzdálenost řezací hubice od povrchu řezaného materiálu

Vzdálenost je dána polohou nejteplejšího místa plamene a platí, že $l = f$ (teploty plamene). Většinou je vzdálenost l rovna vzdálenosti 3 – 4 mm. V tabulce jsou uvedeny hodnoty vzdálenosti l .

Tab. č. 6 Vzdálenost hořáku

Tloušťka řezaného plechu (mm)	3 - 10	10 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 300	Nad 300
Vzdálenost hořáku od řezaného materiálu (mm)	2 - 5	3 - 6	3 - 7	4 - 8	5 - 10	7 - 12	8 - 15

Řezání kyslíkem

7.3.6 Kvalita řezných hran

Jakost řezných ploch a řezných hran je významným ukazatelem řezání. Při optimálně nastavených parametrech řezání je kvalita jak řezných ploch, tak i řezných hran velmi dobrá. Celkem registrujeme několik vad řezných ploch a hran:

- opálení horních řezných hran,
- vypálení střední části řezných ploch,
- řezné plochy jsou deformované a drsné,
- natavené dolní části řezných ploch,
- natavení řezných hran a vypalování řezných ploch.

Příčinou vad jsou různé odchylky a nedodržení parametrů nastavení řezání. Jednou z důležitých podmínek je minimální čistota kyslíku, která musí být 99,2 %.

Chyby a vady řezů definuje ČSN 05 3400 a norma ČSN 05 3401, která definuje podmínky pro určování jakosti povrchu a měření řezných ploch. Povrch řezných ploch se podle uvedené normy dělí:

- A – hladký,
- B – střední,
- C – hrubý.

Kvalita řezného povrchu je dána parametry, které jsou:

- nerovnosti,
- hloubka,
- rýha,
- poloměr natavení řezné hrany,
- počet zápalů.

Každý z označených řezných povrchů (A, B, C) má přesně definovanou velikost vady.

Stupně jakosti a tolerance rozměrů řezu při řezání kyslíkem udává ČSN EN ISO 9013. Tato mezinárodní norma platí pro materiály vhodné k řezání kyslíkem v tloušťkách 3 – 300 mm.

7.3.7 Vady řezů

a) Natavená horní hrana řezu

Příčiny:

- velký nahřívací plamen,
- malá rychlost řezání.

Řezání kyslíkem

b) Perličky na horní hraně řezu

Příčiny:

- nečistoty na povrchu řezaného materiálu,
- velký předehřívací plamen,
- malá rychlost řezání.

c) Proteklý kov (struska na spodní hraně řezu)

Příčiny:

- nevhodně zvolená hubice vzhledem k síle materiálu,
- malý tlak řezacího kyslíku,
- malá nebo velká rychlost řezání,
- nečistota na povrchu řezaného materiálu.

d) Nerovnost plochy řezu

Příčiny:

- chyba v ose vedené hubice,
- znečištěné hubice.

e) Vrubu na řezné ploše

Příčiny:

- poškozená nebo znečištěná hubice,
- nečistota nebo rez na povrchu řezaného materiálu,
- malá nebo velká řezná rychlost.

f) Vydutí plochy řezu

Příčiny:

- velký tlak řezacího kyslíku,
- poškozená nebo znečištěná hubice.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezání kyslíkem

Doporučení pro odstranění vad a zajištění kvalitních řezů

Zužování řezné mezery <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem • Znečištěná nebo poškozená hubice 	Rozšiřování řezné mezery <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem 	Podřezávání pod horní hranou <ul style="list-style-type: none"> • Nadměrný tlak řezacího kyslíku • Znečištěná nebo poškozená hubice • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem 	Stupňovitá spodní hrana <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý • Znečištěná nebo poškozená hubice
Konkávní profil řezu <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý • Znečištěná nebo poškozená hubice • Malá velikost hubice vzhledem k tloušťce • Nedostatečný tlak řezacího kyslíku 	Zvlněný profil řezu <ul style="list-style-type: none"> • Nedostatečný tlak řezacího kyslíku • Znečištěná nebo poškozená hubice • Posuv hořáku příliš rychlý 	Natavená horní hrana řezu <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš pomalý • Příliš ostrý plamen • Vzdálenost mezi hubicí a plechem příliš malá/velká • Nadměrná velikost hubice vzhledem k tloušťce 	Rada natavených kuliček na povrchu <ul style="list-style-type: none"> • Příliš ostrý plamen • Vzdálenost mezi hubicí a plechem příliš malá • Povrch plechu zoxidován (koroze, okuje)
Natavená horní hrana s ulepěnou struskou <ul style="list-style-type: none"> • Nadměrný tlak řezacího kyslíku • Příliš ostrý plamen • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem 	Zaoblená dolní hrana <ul style="list-style-type: none"> • Nadměrný tlak řezacího kyslíku • Posuv hořáku příliš rychlý • Znečištěná nebo poškozená hubice 	Řez pravidelně vroubkovaný <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý nebo nerovnoměrný • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem • Příliš ostrý plamen 	Řez s nepravidelně hlubokými vroubkami <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý nebo nerovnoměrný • Příliš měkký plamen
Jednotlivé vruby <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš pomalý • Povrch plechu zoxidován (koroze, okuje), znečištěn nebo nabarven • Vzdálenost mezi hubicí a plechem příliš malá • Příliš měkký plamen • Zpětné šlehnutí v systému • Vnitřní vady plechu 	Skupiny vrubů <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš rychlý • Povrch plechu zoxidován (koroze, okuje), znečištěn nebo nabarven • Vzdálenost mezi hubicí a plechem příliš malá • Příliš měkký plamen 	Vruby na spodní hraně <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš pomalý • Znečištěná nebo poškozená hubice 	Těžce odstranitelná struska na spodní hraně řezu <ul style="list-style-type: none"> • Posuv hořáku příliš pomalý/rychlý • Nadměrná vzdálenost mezi hubicí a plechem • Nedostatečný tlak řezacího kyslíku • Malá velikost hubice vzhledem k tloušťce • Příliš měkký plamen • Povrch plechu zoxidován (koroze, okuje) nebo znečištěn

Obr. č. 40 Odstranění vad

Řezání kyslíkem

7.4 Zvláštní metody řezání kyslíkem

Nejznámější dělení kovů je dělení kyslíkem. Existují i jiné metody, k nimž patří:

7.4.1 Drážkování kyslíkem

Metody se používá pro vytvoření drážek v materiálu a odstraňování vad v materiálu a ve svarovém kovu. Pro tuto činnost používáme drážkovací hořáky DZ 3Z a DH 3P. Drážkování se provádí drážkovacím hořákem skloněným 20° až 45° od vodorovné roviny. Šířka zhotovené drážky je 4 až 15 mm a hloubka 2 až 7,5 mm. Spotřeba kyslíku je kolem 2,61 až 13,1 m³/h.

7.4.2 Hoblování oceli kyslíkem

Této metody lze využít pro odstraňování povrchových vad ingotů. Pomocí hořáku je možné vyrobit žlábek 15 až 35 mm široký. Rychlost tvorby žlábků je 3 000 až 7 000 mm/min. Spotřeba kyslíku je okolo 25 až 50 m³/h.

7.4.3 Hoblování pomocí prášků a kyslíku

Metodu lze využít pro řezání materiálu se zhoršenou řezatelností (litiny, neželezné kovy, vysokolegované oceli). Do proudu řezacího kyslíku se přidává speciálním přívodem železný prášek.



Obr. č. 41 Seřízení plamene nahřívání

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezání kyslíkem



Obr. č. 42 Nahřívání materiálu na zápalnou teplotu



Obr. č. 43 Otevření ventilu řezacího tlaku

Řezání kyslíkem



Obr. č. 44 Proces dělení kovu



Obr. č. 45 Materiál po řezu

Vady ve svarech

8 Deformace a pnutí ve svarech

Vznik vnitřního pnutí ve svarech je průvodním jevem procesu svařování. Toto pnutí je zvláště výrazné u svařování plamenem, protože se nahřívá větší objem materiálu.

Vnitřní pnutí zůstává ve svařovaném materiálu po procesu svařování a přitom na něj nepůsobí žádné vnější síly. Je to důsledek jevu, kdy materiál se při ohřevu roztahuje a při chladnutí dochází k jeho smrštění. V důsledku vysoké teploty svaru vzniká deformace a vnitřní pnutí. V některých případech může být vnitřní pnutí jevem přechodným, po vyrovnání teplot vymizí. Ve většině případů ale toto vnitřní pnutí zůstává ve svarech i po úplném ochlazení, říká se mu vnitřní pnutí zbytkové. Tato vnitřní pnutí zbytková mají pro návrh konstrukcí největší význam, protože mohou vést až k poruše svařované konstrukce nebo ohrozit bezpečnost provozu.

Ve svarech je vznik vnitřního pnutí přímým důsledkem smršťování svarového kovu při ohřevu a následném chladnutí. Základní materiál není ohřátý a ten brání smršťování roztaveného svarového kovu. V důsledku toho vznikají v okolí svaru tahová napětí různých velikostí. Proto je vhodné materiál tepelně zpracovat, čímž se při určité teplotě dosáhne meze kluzu a tím i snížení vnitřního pnutí. Obecně platí, že vnitřní pnutí ve svarovém spoji, který nebyl tepelně zpracován, mohou dosáhnout až meze kluzu materiálu.

Mezi deformací a vnitřním pnutím existuje závislost, při svařování vznikají téměř vždy, závisí na přívodu tepla do oblasti svařování. Jejich velikost je ale možné snižovat různými konstrukčními a technologickými opatřeními.

Při svařování dochází k tomu, že svařek je nerovnoměrně ohříván v různých místech v rozsahu od teploty okolní až po teplotu tavení. V tomto širokém rozmezí teplot se mění fyzikální vlastnosti materiálu (tepelná vodivost, tepelná roztažnost) a s tím i mechanické vlastnosti materiálu (mez pevnosti, mez kluzu, houževnatost apod.). Zmenšení objemu svarového kovu při ochlazování má za následek smrštění svarku. Objem svarového kovu se mění s teplotou, závisí na součiniteli délkové roztažnosti materiálu.

V různých časových intervalech a v různých místech probíhá ohřev a ochlazování vlastního svaru i okolní tepelně ovlivněné oblasti. Dochází zde k místnímu omezování prodlužování materiálu v různých směrech chladnými okolními oblastmi svarového spoje. Důsledkem toho je stlačování a plastická deformace – napěchování oblastí kolem svaru, které na své okolí působí tahem nebo tlakem.

Svarový kov se smršťuje ve všech směrech. Vnitřní napětí působí rovněž ve všech směrech, stejně i deformace, která je jeho projevem. Podle polohy k ose svaru můžeme deformace rozdělit:

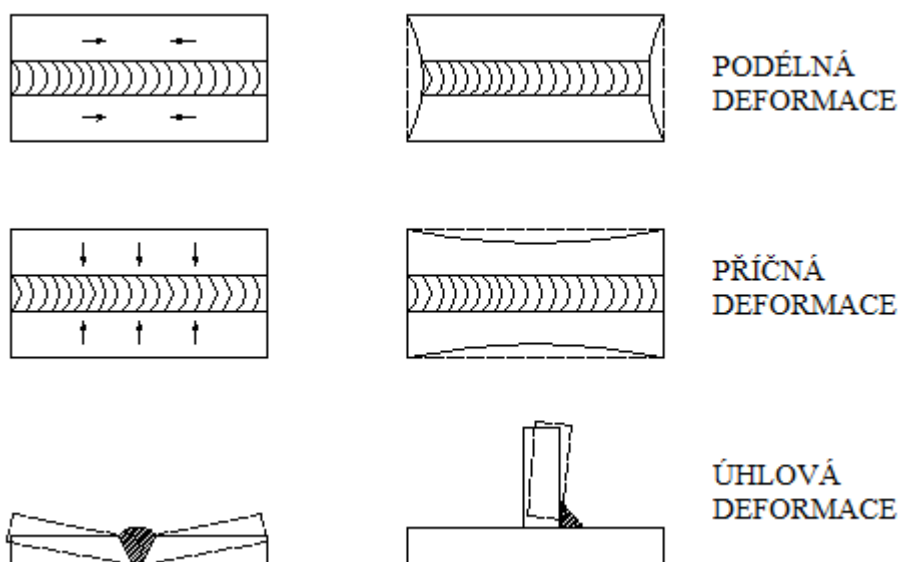
1. **Podélná deformace** – vnitřní pnutí je rovnoběžné s osou svaru, projevuje se při svařování nejvíce. Velikost podélného smrštění závisí na průřezu svarku, metodě svařování, způsobu vyplňování úkosu, délce svaru, správném upnutí a intenzitě proudu. Dojde ke zkrácení svarku nebo k zakřivení svarku. Deformace v podélném směru je silně omezena okolním základním materiálem, který je málo nahřátý. O velikost tohoto smrštění musíme zvětšit délku navrhovaného polotovaru.
2. **Příčná deformace** – vnitřní pnutí je kolmé k ose svaru. Velikost této deformace závisí především na příčném průřezu svaru a jeho délce, množství tepla v místě svaru, tloušťce materiálu, způsobu upnutí svařovaných dílů, tuhosti upnutí apod. Smrštění má za následek

Vady ve svarech

zmenšení původní šířky svarku. U svarů koutových je toto smrštění mnohem menší než u svarů tupých.

3. **Úhlová deformace** – vzniká u těch typů svarů, kde v horní části je větší množství navařeného kovu než v části kořene svaru. Vlivem svařování dojde k odchýlení roviny jedné desky od původní roviny druhé desky. Velikost úhlové deformace závisí hlavně na tvaru svaru, způsobu kladení svarových housenek a jejich počtu. Projevuje se hlavně u koutových svarů a u svarů U, V, W. Smrštění u kořene svaru je menší.

Všechny typy deformací vznikají vždy současně. Deformace, které vznikají v příslušných směrech a vyvolají zkrácení svarku, lze eliminovat přídávky na opracování. Minimální přídávky i mezní odchylky svarků jsou uvedeny v normě.



Obr. č. 46 Rozdělení deformací podle směru smrštění

Jednotlivé typy deformací je možno snížit určitými způsoby:

Podélné deformace:

- svařovat s menším tepelným příkonem,
- vyplňovat vhodně úkoso svaru,
- provádět větší počet svarových housenek menších rozměrů.

Příčné deformace:

- provádět menší průřezy svaru,
- provádět vhodné stehování svaru,
- zajistit vnější tuhé upnutí,
- zmenšit průřez svaru.

Vady ve svarech

Úhlové deformace:

- sestavit vhodně díly před svařováním,
- zajistit vnější tuhé upnutí,
- klást svarové housenky postupem,
- volit menší počet housenek,
- zvolit vhodný svařovací režim,
- upravit vhodně svarové plochy.

Vnitřní pnutí

Při svařování dochází vlivem vysoké teploty k plastické deformaci svarového kovu, protože chladné okolní oblasti brání jeho roztahování. Svarový kov se nemůže při svařování zkracovat libovolně, jelikož tomu brání okolní základní materiál. Tímto vzniká uvnitř svaru vnitřní pnutí. Ve svarku je rovnováha pnutí tahových a tlakových. Přeroste-li deformiční schopnost svarového spoje, mohou se ve svaru objevit trhlinky.

Při svařování neupnutých volných dílů vznikají sice větší smrštění a deformace, ale vnitřní pnutí je menší. Při svařování pevně upnutých dílů jsou smrštění a deformace menší, ale vnitřní pnutí je větší. U plastických materiálů mohou vnitřní pnutí způsobit deformace, u křehkých materiálů mohou způsobit vznik trhlin.

Vnitřní pnutí vznikající ve svarcích můžeme rozdělit:

1 Podle charakteru vzniku

- **Pnutí teplotní** – vznikají tím, že chladný základní materiál zabraňuje objemovému zvětšování ohřátého kovu, dochází ke smršťování.
- **Pnutí strukturní** – vznikají změnou objemu při různých strukturních přeměnách. Jsou v rovnováze na hranicích zrn. Nezávisí na rozměrech a tvaru svarku.

2 Podle doby existence

- **Pnutí dočasná** – napětí existují ve svarku pouze po určitou dobu, dokud existuje příčina, která způsobila jejich vznik.
- **Pnutí zbytková** – zůstávají ve svarku i po ukončení technologického procesu.

Velikost vnitřních pnutí závisí na:

- vlastnostech základního materiálu,
- svařovacích parametrech a teplotním režimu při svařování,
- tloušťce svařovaného materiálu,
- způsobu svařování,
- provedení svaru – druh, počet, umístění svaru a dalších faktorech.

Vady ve svarech

Vnitřní pnutí po svařování jsou navenek:

- **Zjevná** – pnutí se navenek projeví jako smrštění nebo vznik trhlin, dojde k uvolnění součástí, vnitřní pnutí většinou pomine.
- **Nezjevná** – projevují se deformací ve vnitřní struktuře, většinou se ztrácí přetvárná schopnost materiálu.

Snížení vnitřního napětí lze tedy provést již při vlastním svařovacím procesu několika způsoby:

- svařováním s předběžnou pružnou deformací, která je opačná než deformace vzniklá při vlastním svařování,
- svařováním volných neupnutých dílů se sníží příčná napětí,
- svařováním s vyšším tepelným příkonem se sníží podélná napětí,
- svařováním s předeřevem se snižují teplotní rozdíly a tím se sníží i strukturní napětí,
- vhodným postupem při svařování – postup kladení housenek a jednotlivých vrstev, použití střídavého postupu u oboustranného svaru, svařování vratným krokem, souměrné svařování dvěma svářeči apod.

Po svařování se vnitřní napětí odstraňují následujícími způsoby:

- žíháním k odstranění vnitřního pnutí – žíhá se buď celý svarek, nebo se žíhají místně jednotlivé vytvořené svary,
- vibrováním součástí,
- přetížením za studena atd.

Vady ve svarech

9 Vady ve svarech

Svarový spoj musí být proveden tak, aby splňoval všechny funkce, měl požadované mechanické vlastnosti a nevyskytovaly se v něm vady, které by mohly ohrozit jeho funkci. Je-li ve svaru vada, koncentruje se v něm napětí, které může vést k dosažení meze únavy a následně může dojít ke křehkému lomu. Vadou rozumíme jakoukoliv odchylku od dokonalého svaru, která není v souladu s předepsanými normami.

9.1 Rozdělení vad

Vady můžeme rozdělit podle několika hledisek:

1. Podle místa výskytu:
 - **vady vnitřní** - vznikají uvnitř svaru,
 - **vady vnější** – vznikají na povrchu svaru nebo na kořeni svaru.
2. Podle možnosti zjištění:
 - **vady zjevné** – dají se zjistit pouhým okem nebo pomocí jednoduchých pomůcek,
 - **vady skryté** – zjišťují se laboratorně.
3. Podle stanovených předpisů:
 - **vady přípustné** – podle určitých předpisů jsou povoleny a jejich odstranění není nutné,
 - **vady nepřípustné** – neodpovídají předpisům, mohou být opravitelné, nebo neopravitelné.

Správný svar je takový, který při provozu neohrozí bezpečnost.

9.2 Klasifikace vad

Klasifikaci vad pro tavné svařování určuje norma ČSN EN ISO 6520-1. Podle této normy jsou vady svarů rozděleny do šesti skupin:

Skupina č. 1 Trhliny

Trhlina – svar je místně porušen, vzniká vlivem změny teplot. Vady typu trhlin se dále dělí na trhliny horké, studené, žíhací, lamelární a kráterové.

Mikrotrhlina – lze ji pozorovat pouze mikroskopem.

Podélná trhlina – směr trhliny je rovnoběžný s osou svaru, může se vyskytovat ve vlastním svaru, na hranici svaru, v tepelně ovlivněné oblasti i v základním materiálu.

Příčná trhlina – směr trhliny je kolmý na osu svaru, může se vyskytovat ve vlastním svaru, v tepelně ovlivněné oblasti i v základním materiálu.

Kráterová trhlina – tvoří se v kráteru svaru na konci svarové housenky.

Vady ve svarech

Hvězdicová trhlina (radiální) – trhliny vycházejí z jednoho společného bodu. Vyskytují se ve vlastním svaru, v tepelně ovlivněné oblasti i v základním materiálu.

Rozvětvené trhliny – skupina propojených trhlín, které se mohou šířit v libovolném směru. Jejich výskyt je stejný jako u trhlín hvězdicových.

Skupina č. 2 Dutiny

Plynová dutina – dutina vyplněná plynem.

Bublina – dutina vyplněná plynem ve tvaru koule.

Shluk dutin – skupina dutin náhodně rozmístěných.

Řádka dutin – skupina plynových dutin umístěných rovnoběžně s osou svaru.

Červovitá dutina – je to dutina způsobená uvolňováním plynu, má tvar trubičky, některé mohou vystupovat na povrch svaru.

Povrchová dutina – bublina, která vystupuje na povrch svaru.

Staženina – je dutina způsobená tuhnutím svaru.

Kromě těchto vad typu bublin jsou normou definovány ještě další vady – protáhlá dutina, rovnoměrná pórovitost, kráterová staženina, mikrostaženina, mezidendritická staženina a mikrostaženina.

Skupina č. 3 Pevné vměstky

Vměstek – tuhé cizí těleso uzavřené ve svarovém kovu.

Struskový vměstek – zbytky strusky uzavřené ve svarovém kovu. Mohou být rozmístěny ojediněle, řádkově nebo ve shluku.

Kovový vměstek – částice cizího kovu uzavřená ve svarovém kovu.

Tavidlový vměstek – zbytky tavidla uzavřené ve svarovém kovu.

Oxidový vměstek – kovový oxid uzavřený ve svarovém kovu. Mohou být rozmístěny ojediněle, řádkově nebo ve shluku.

Skupina č. 4 Studené spoje a neprůvary

Studený spoj – vada ve spojení mezi svarovým kovem a základním materiálem nebo mezi jednotlivými svarovými housenkami. Může se objevit na svarové ploše mezi housenkami, nebo v kořeni svaru.

Neprovařený kořen – vada ve spojení základního materiálu v důsledku nedostatku svarového kovu v kořeni.

Nedostatečný průvar – rozdíl mezi předepsaným a skutečným průvarem.

Vady ve svarech

Skupina č. 5 Vady tvaru a rozměru

Vada tvaru – chybný tvar na vnějším povrchu svaru nebo nedokonalá geometrie svaru.

Zápal – drážka na povrchu svaru nebo na jeho kořeni vzniklá při svařování. Zápal může být souvislý (ve značné délce), nesouvislý (v krátkých délkách), drážky mezi housenkami, drážky v kořeni a místní zápal.

Propadlý kořen – mělká drážka po obou okrajích kořene.

Krápník – nadměrné převýšení kořene.

Nadměrné převýšení svaru – přebytný svarový kov na lícní straně svaru.

Nadměrné převýšení kořene – přebytek svarového kovu u kořene svaru, do této skupiny můžeme zařadit i krápník.

Přetečení – přebytný svarový kov se rozteče přes základní materiál, aniž dojde k jeho natavení. Může se objevit na lícní straně i u kořene.

Přesazení – jedná se o přesazení mezi dvěma svařovanými díly, povrchové plochy dvou svařovaných dílů mohou být přesazeny lineárně nebo úhlově.

Proláklna – svarový kov je v některém směru sesunut, vada je způsobena zemskou přitažlivostí.

Neúplné vyplnění svaru – na povrchu svaru se vytvoří žlábk, který je způsobený nedostatečným množstvím přídavného materiálu.

Díra – vznikne propadnutím tavné lázně, ve svaru se objeví průchozí otvor.

Nesprávný rozměr svaru – odchylka od rozměru svaru předepsaného na výkrese. Do této skupiny patří tyto vady:

- nadměrná tloušťka svaru,
- nadměrná šířka svaru,
- překročení velikosti koutového svaru,
- podkročení velikosti koutového svaru.

Kromě těchto vad jsou v této skupině definovány normou další vady – strmý přechod svaru, nepravidelný povrch a šířka, hubený kořen, pórovitost kořene, nadměrná deformace, vadné napojení, asymetrie svaru.

Skupina č. 6 Různé vady

Do této skupiny jsou zařazeny všechny vady, které nejsou zařazeny v předcházejících skupinách.

Rozstřík – kapky svarového kovu nebo přídavného materiálu se přilepí na povrchu základního materiálu.

Vytržený povrch – poškození povrchu způsobené dočasným přivařením pomocných prvků.

Okujený povrch – povrch v oblasti svaru je silně zoxidovaný.

Vada stehu – vada způsobená špatným stehováním.

Vady ve svarech

Dále jsou v této skupině normou definovány další vady – dotyk elektrodou, stopa po sekání a broušení, podbroušení, zbytek tavidla, zbytek strusky, bobtnání.

9.3 Označování vad

Norma ČSN EN ISO 6520 označuje jednotlivé typy vad číselně:

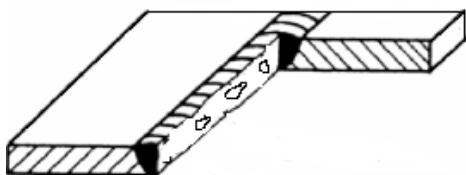
- hlavní vady jsou označeny trojmístným referenčním číslem,
- přidružené vady jsou označeny čtyřmístným číslem.

Trhlina 100

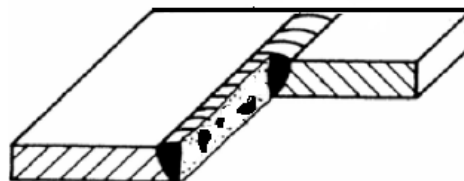
Plynová dutina 201

Vměstek 300

Shluk dutin 2013



Obr. č. 47 Dutiny



Obr. č. 48 Pevné vměstky



Obr. č. 49 Trhliny



Obr. č. 50 Studený spoj



Obr. č. 51 Velké převýšení svaru



Obr. č. 52 Špatná kresba svaru

Vady ve svarech



Obr. č. 53 Studený spoj a rozstřík



Obr. č. 54 Studený spoj



Obr. č. 55 Neprovařený kořen svaru

ZOUSHKY SVARŮ

10 Zkoušky svarů

10.1 Rozdělení zkoušek

1. Destruktivní zkoušky

Aby byla svařovaná konstrukce bezpečná, je nutné zkoušet mechanické vlastnosti svarových spojů. Jelikož se svarový spoj při vlastní zkoušce poruší, provádějí se tyto zkoušky ještě před zahájením výroby na zkušebních vzorcích. Provádějí se podle platných technických norem. Tyto zkoušky jsou vhodné při velkých sériích výrobků, protože je možné statisticky z určitého množství destruktivní metodou zničených dílů určit průběžnou jakost výroby a postupným snižováním kontrol výrobu vlastně zlevníme. Mezi nejdůležitější zkoušky patří:

- zkoušky tvrdosti,
- zkoušky lámavosti,
- tahové zkoušky,
- zkoušky rázem v ohybu,
- zkoušky rozlomením,
- zkoušky struktury.

2. Nedestruktivní zkoušky

Jedná se o zkoušky bez porušení materiálu, které slouží ke zjišťování vnitřních i skrytých povrchových vad ve svarových spojkách, které by porušily celistvost svaru. Tyto zkoušky je možné aplikovat i za provozu strojního zařízení bez nutné demontáže. Protože výrobek zůstává neporušen, je možné provádět kontrolu v kterékoliv fázi výroby (vstupní, mezioperační a výstupní kontrola). Tyto zkoušky jsou nákladnější na jejich pořízení, provoz, školení obsluhy, servis a kalibraci. Do této skupiny zkoušek patří:

- vizuální kontrola,
- penetrační (kapilární) zkoušky,
- magnetické práškové zkoušky,
- prozařovací zkoušky,
- ultrazvukové zkoušky.

10.2 Destruktivní zkoušky

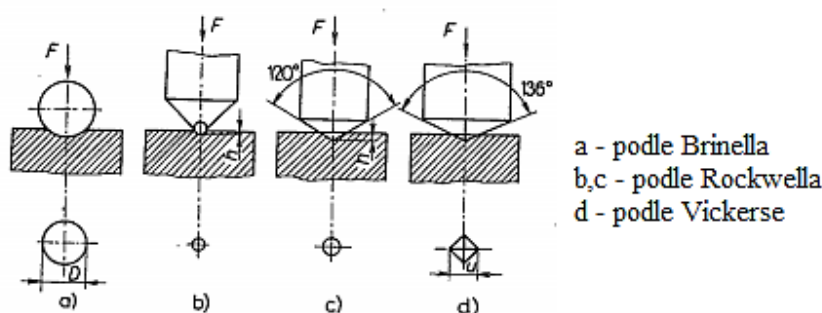
10.2.1 Zkoušky tvrdosti

Tvrdost je definována jako odpor, který klade materiál proti vnikání cizího tělesa. Zkoušky tvrdosti se provádějí podle normy ČSN EN 1043-1. Ze zkoušek tvrdosti se nejčastěji používá zkouška podle

ZOUŠKY SVARŮ

Vickerse, popř. Brinellova nebo Rockwellova zkouška. Podle tvrdosti lze usuzovat o dalších vlastnostech svarového spoje.

Před vlastním provedením zkoušky se musí odebrat zkušební vzorek ze svaru řezáním. Řeže se kolmo na osu svarového spoje. Vzorek se vybrousí, popř. i vyleptá. Do vzorku se provádějí vtisky, jejich počet a umístění na vzorku musí bezpečně určit oblasti se zvýšenou či sníženou tvrdostí v důsledku svařování. Naměřené hodnoty se porovnávají s přípustnými hodnotami pro daný materiál. V některých případech je možné ve výrobě provádět zkoušky tvrdosti i na svarových spojích bez



Obr. č. 56 Zkoušky tvrdosti

porušení materiálu. Výsledky jsou ale pouze orientační.

a) Zkouška tvrdosti podle Vickerse

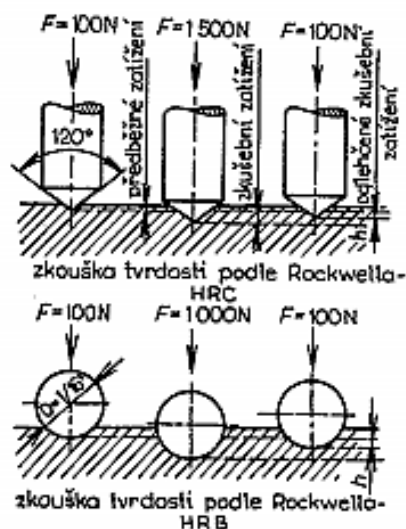
Do zkušebního vzorku vniká zkušební tělísko ve tvaru čtyřbokého jehlanu s vrcholovým úhlem 136° . Velikost úhlopříčky vtisku se měří ve dvou kolmých směrech, hodnota tvrdosti se odečte z tabulek. Zatěžující síla bývá od 10 do 1000 N, doba zatížení se volí od 10 do 180 s. Použité zatížení se zapíše např. HV 120.

b) Zkouška tvrdosti podle Brinella

Do zkušebního vzorku se zatlačuje plynule rostoucí silou ocelová kalená kulička o určitém průměru. Zatížení se volí v závislosti na průměru kuličky. Doba zatížení závisí na druhu zkoušeného materiálu. Na zkušebním vzorku se vytvoří kulovitý vtisk. Měří se průměr vtisku ve dvou kolmých směrech, aby se vyloučily případné nepřesnosti. Tvrdost se označuje např. HB 210 (podle průměru vtisku dle tabulek).

c) Zkouška tvrdosti podle Rockwella

Do zkušebního vzorku se zatlačuje diamantový kužel o vrcholovém úhlu 120° nebo ocelová kalená kulička o průměru $1/16''$. Měří se hloubka vtisku od určité výchozí



Obr. č. 57 Zkouška tvrdosti podle Rockwella

ZOUŠKY SVARŮ

polohy. Tvrdost se označuje např. HRC 65. U nás jsou normalizovány tři zkoušky tvrdosti podle Rockwella:

- HRA – používá se diamantový kužel, celkové zatížení je 600 N,
- HRB – používá se ocelová kulička, celkové zatížení je 1000 N,
- HRC – používá se diamantový kužel, celkové zatížení je 1500 N.

10.2.2 Zkoušky lámavosti svarů

Tato zkouška se používá ke zjišťování plastických vlastností svarového spoje. Rozměry zkušebních zařízení jsou předepsány normou ČSN EN ISO 5173. Při zkoušce lámavosti se svařovaná zkušební tyč uložena na zkušebních válečcích plynule ohýbá, aby se svar, který je uprostřed tyče, rozvířal. Vady svarového spoje se projeví buď na jeho povrchu, nebo v jeho blízkosti. Zkušební tyče se zatěžují na ohyb trnem předepsaného průměru ze strany kořene i ze strany líce svaru. Zkušební tyče se odebírají ze svarku:

- podélně – ve směru svarového spoje,
- příčně – kolmo na osu svarového spoje.

Namáhání zkušební tyče se provádí:

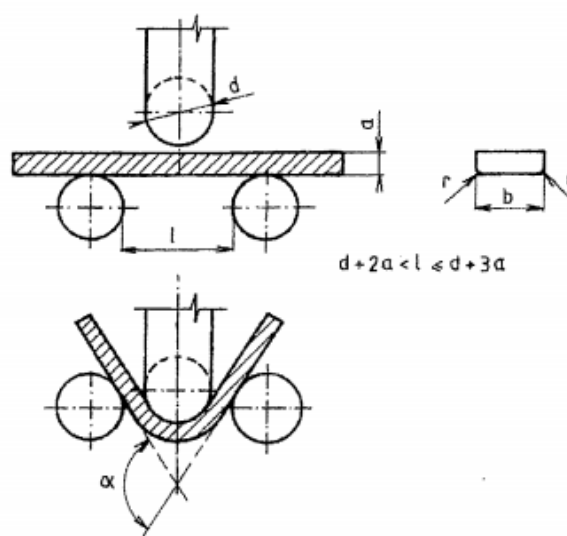
- do doby vzniku trhlin určité velikosti,
- do dosažení předepsaného úhlu ohybu.

Norma se používá spíše pro obloukové svařování.

10.2.3 Tahové zkoušky

Při těchto zkouškách je zkušební tyč namáhána tahem až do jejího porušení. Zjišťuje se mez pevnosti tupého svarového spoje. Zkušební tyč je odebírána kolmo na osu svarového spoje tak, aby po opracování zůstal svarový kov uprostřed tyče. Při odebíráni tyče nesmí mechanický nebo tepelný způsob dělení nijak ovlivnit svar a jeho okolí. Zkušební tyče se odebírají ze svarového spoje bez tepelného zpracování nebo po předchozím předepsaném tepelném zpracování.

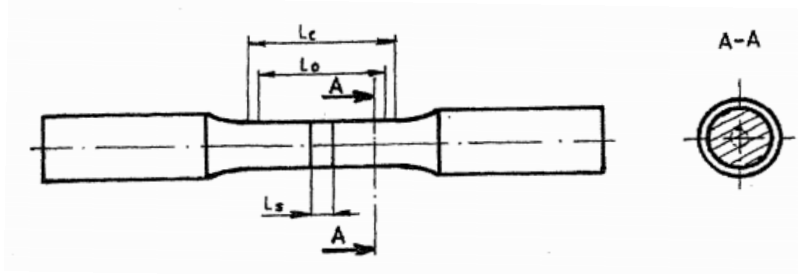
Z tahové zkoušky je možné kromě meze pevnosti určit další mechanické vlastnosti – mez kluzu, tažnost a kontrakci. Celý průběh zkoušky je zaznamenán v pracovním diagramu. Zkouška se provádí na univerzálních trhačích strojích.



Obr. č. 58 Podélná zkouška lámavosti

ZOUŠKY SVARŮ

Provedení zkoušky předepisuje norma ČSN EN 895, vlastní zkouška se provádí podle normy ČSN EN 10002-1. Norma stanoví rozměry zkušebních tyčí, způsob jejich odběru ze svarového spoje a způsob zpracování.



Obr. č. 59 Zkušební tyč kruhového průřezu pro tahovou zkoušku

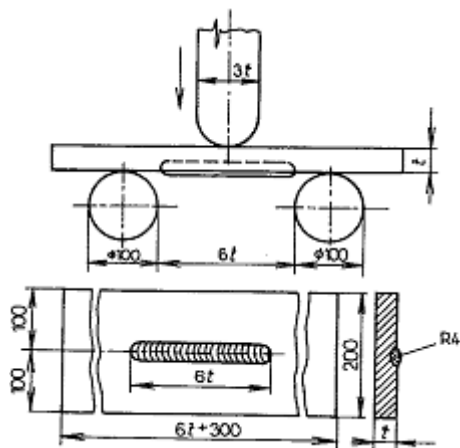
10.2.4 Zkoušky rázem v ohybu

Tyto zkoušky slouží ke zjištění, kolik práce nebo energie je zapotřebí k porušení zkušební tyče, která je opatřena vrubem. Naměřené hodnoty nárazové práce nebo vrubové houževnatosti musí splňovat požadavky příslušných norem.

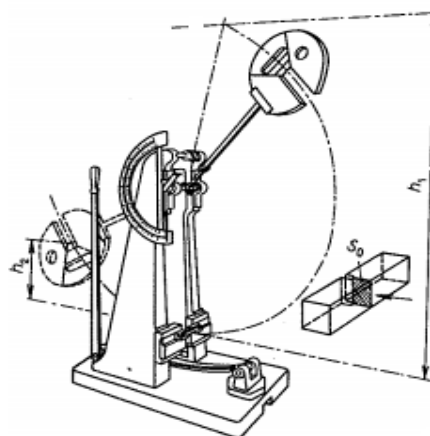
Zkoušky rázem v ohybu jsou předepsány normami ČSN EN 10045-1 a ČSN EN 875. V normách je předepsán samotný průběh zkoušky, umístění zkušebních tyčí ve svarovém spoji, značení zkušebních tyčí případně další doplňující požadavky. Dále je předepsán typ, umístění a orientace vrubu ve svarovém spoji.

Zkouška spočívá v přeražení zkušební tyče rázem Charpyho kyvadlového kladiva. Zkušební vzorek opatřený vrubem a podepřený na obou koncích se přerazí pádem kladiva. Podle výšky vyhoupnutí kladiva po přeražení vzorku se zjistí nárazová práce a podle ní se určí hodnota vrubové houževnatosti.

Příkladem je zkouška nárazová návarová. Zjišťuje se zkřehnutí v tepelné ovlivněné oblasti základního materiálu nebo v okolí svaru. Používá se u tlustých plechů. V ose zkušební desky se provede v daném



Obr. č. 60 Zkouška nárazová návarová



Obr. č. 61 Charpyho kyvadlové kladivo

ZOUSHKY SVARŮ

směru návar v celé délce. Z desky se zhotoví zkušební vzorky. Základní materiál je vyhovující, neklesne-li vrubová houževnatost u žádné z tyčí pod předepsanou hodnotu.

10.2.5 Zkoušky rozlomením

Podstata zkoušek spočívá v tom, že se pozoruje vizuálně povrch lomu po rozlomení spoje ve svarovém kovu. Zjišťuje se vzhled lomové plochy a typy a umístění jednotlivých vad. Zkušební kus bývá bez vrubu nebo s vrubem. Samotné rozlomení zkušební tělesa může být provedeno:

- dynamicky – rázem, např. kladivem,
- staticky – stlačením ve svěráku, lisu, ohýbacím stroji.

10.2.6 Zkoušky struktury

Jedná se o zkoušky metalografické, zjišťuje se struktura základního materiálu nebo svarového spoje. Doplní zkoušky mechanických vlastností. Vzorek pro zkoušku se oddělí příčným řezem, který zahrnuje svarový kov i tepelně ovlivněnou oblast po obou stranách. Řezné plochy se obrousí, vyleští a vyleptají. Plocha se osvítlí a pozoruje při různém zvětšení. Výsledky pozorování se dokladují fotograficky. Tyto zkoušky můžeme rozdělit do dvou skupin:

Zkoušky makrostruktury – pozorování vzorku se provádí vizuálně pouhým okem nebo při menším zvětšení lupou nebo optickým mikroskopem. Při zkoušce se zjišťuje způsob kladení svarových housenek, tvar svaru, provaření kořene svaru, rozsah tepelně ovlivněné oblasti, výskyt vad (trhliny, póry, vměstky atd.).

Zkoušky mikrostruktury – pozorování vzorku se provádí na metalografických výbrusech zkušebních vzorků pomocí optických mikroskopů, které vykazují 50 až 2000 násobné zvětšení. Při zkoušce se zjišťuje vzhled mikrostruktury, přítomnost základních strukturních složek materiálu (ferit, cementit, austenit, martenzit, perlit, bainit), hranice mezi jednotlivými zrny, rozložení vměstků atd., a to ve svarovém kovu, tepelně ovlivněné oblasti i v základním materiálu.

10.3 Nedestruktivní zkoušky

10.3.1 Vizuální kontrola

Používají se ke zjišťování povrchových vad (nerovnoměrnosti svaru, převýšení svaru, trhliny, zápaly, vady kořene, apod.) a ověření podmínek pro další nedestruktivní zkoušky (kapilární a magnetická zkouška). Je nejjednodušší kontrolou, používá se téměř vždy. Jedná se o povrchovou kontrolu zrakem nebo jednoduchými optickými přístroji. Kontrola musí být provedena na dostatečně očištěném svaru před dalšími technologickými operacemi. Výsledky této zkoušky jsou důležité a měly by předcházet dalším kontrolám.

ZOUŠKY SVARŮ

Podle použitých kontrolních prostředků se rozlišuje vizuální kontrola:

a) Přímá

Provádí se pouhým okem nebo pomocí jednoduchých optických pomůcek (lupy). Podmínkou je zaručená dobrá zraková schopnost kontrolora, dostatečné denní osvětlení nebo umělé osvětlení s intenzitou alespoň 500 luxů. Metodu lze použít pouze na dobře přístupném povrchu.

b) Nepřímá

Provádí se pomocí optických nebo optoelektronických přístrojů – endoskopů. Používá se pro kontrolu svarů na špatně přístupných místech z důvodu geometrie (např. vnitřní povrchy svarů v trubkách, na dnech nádob) nebo na místech, které ohrožují zdraví pracovníků (např. chemicky zamořené prostředí).

10.3.2 Penetrační (kapilární) zkouška

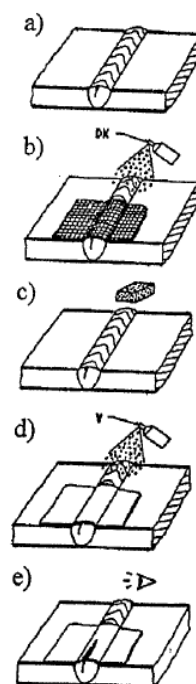
Princip zkoušky

Fyzikální princip této zkoušky umožňuje zjišťovat a zviditelňovat jemné povrchové vady, které jsou na povrchu otevřené, aby do nich mohla vniknout vhodná indikační kapalina. Touto zkouškou se zjišťují ve svarovém spoji povrchové trhliny, póry, studené spoje, zápaly, lze zjišťovat i těsnost svarů hlavně u menších tloušťek.

Podstata kapilární zkoušky spočívá v tom, že na kontrolovaný povrch se nanese vhodná indikační kapalina, která pronikne do vady. Po odstranění kapaliny z povrchu se na povrch nanese vhodná detekční látka, která nasává indikační kapalinu vlivem kapilárních sil ze štěrbin a vady se tak zviditelní.

Postup při penetrační zkoušce:

- Očištění povrchu pro zkoušku, odmaštění, vysušení.
- Nanesení indikační (penetrační) kapaliny na povrch – natíráním, nástřikem, ponorem. Kapalina se nechá po určitou dobu působit (10 až 30 minut).
- Odstranění přebytečné kapaliny z povrchu vzorku – provede se mírnou sprchou vody nebo otřením vlhkou houbou. Nesmí dojít k vysátí kapaliny z vady, při nedostatečném odstranění může dojít k chybným indikacím.
- Vyvolání indikace – provede se nanesením vývojky (detekční látky) na povrch, které se provede suchou cestou (naprášením) nebo mokrou cestou (natíráním, nástřikem, ponorem).
- Sledování výsledku zkoušky a její vyhodnocení – provádí se vizuálně ihned po nanesení vývojky. Nejprve se projeví indikace vad větších rozměrů, jemnější vady se objeví po delší době.
- Odstranění všech látek kapilární zkoušky z povrchu – provede se mechanicky (oklepáním, setřením) nebo proudem vody.



Obr. č. 62 Penetrační zkouška

ZOUŠKY SVARŮ

Kapilární zkoušky se podle druhu indikace rozdělují:

- **Metoda barevné indikace** – přítomnost vady se projeví vznikem barevné indikace. Vyhodnocení se provádí na denním světle. Nejjednodušší zkouška je pomocí petroleje zbarveného sudanovou červení. Po nanesení suspenze uhlíčitanu vápenatého nebo hořečnatého v acetonu metodou rozprášení se projeví barevná indikace vady s intenzivním červeným zabarvením.
- **Metoda fluorescenční** – zkušební kapalina může být např. fluorescenční olej (směs petroleje, oleje a fluorescenční látky). Vada na povrchu se projeví světélkující indikací při ultrafialovém světle.
- **Metoda dvouúčelová** – použitá penetrační látka obsahuje fluorescenční látku, která je zároveň barvivem. Metoda může být použita jak barevná indikace nebo fluorescenční.

Výhodou penetrační zkoušky je její nenáročnost, nízká cena a snadná indikace vad. Metodu lze použít u všech materiálů magnetických i nemagnetických, lze zkoušet i těsnost nádob.

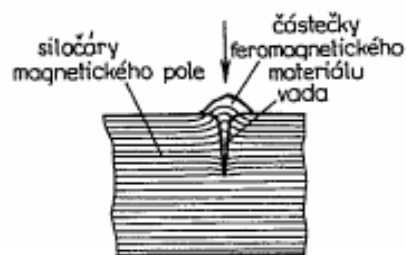
Nevýhodou zkoušky je její nestálost – malé vady mohou po určité době zmizet, velké se mohou rozmazat. Zkoušku lze použít pouze u vad spojených s povrchem, před zkouškou musíme zajistit očištěný hladký povrch.

10.3.3 Magnetická prášková zkouška

Zkouška se používá ke zjišťování povrchových vad nebo vad, které leží těsně pod povrchem a s povrchem nejsou přímo spojeny. Metoda je založena na registraci rozptylových magnetických polí nad vadami. Nejsou kladeny nároky na přípravu zkoušeného vzorku a na jeho čistotu. Nevýhodou je, že tuto metodu lze využít jen u feromagnetických materiálů, které lze zmagnetizovat. Není ale vhodná pro vysokolegované austenitické oceli.

Princip metody

K indikaci vad se využívá změny magnetického toku, která je vyvolána vadami v kontrolovaném svaru. Ve zmagnetizovaném materiálu vznikne v místě necelistvosti (trhliny) nebo náhlé změny magnetických vlastností rozptyl magnetického toku. Dojde ke zvýšení magnetického odporu, který způsobí deformaci šířícího se magnetického pole. Magnetické siločáry jdou mimo předpokládanou dráhu, vystoupí na povrch feromagnetického materiálu, protože vady nejsou magnetické a siločáry je obcházejí. K indikaci míst rozptylového toku se využívá suchý feromagnetický prášek nebo detekční kapalina (řidký olej, v němž je prášek rozptýlen), které se nanesou na povrch zkoušeného zmagnetizovaného předmětu. V místě vzniklého rozptylového pole je prášek přitahován (hromadí se) a vytváří zřetelnou stopu, která je obrysem vady. Zjistit lze pouze necelistvosti, které jsou kolmé na směr magnetického pole. Splývá-li směr vady se směrem magnetického pole, vadu nelze zjistit. Lépe se indikují vady v blízkosti povrchu předmětu, u vzdálenější vad od povrchu předmětu rozptyl rychle klesá.



Obr. č. 63 Prášková magnetická zkouška

ZOUŠKY SVARŮ



- a - místo bez vady
- b - podélná vada
- c - příčná vada
- d - vada vycházející na povrch
- e - vada těsně pod povrchem

Obr. č. 64 Průběh magnetických siločar

Postup při magnetické zkoušce:

- a) Úprava povrchu svaru pro zkoušku – zbavení okují, rzi apod.
- b) Zmagnetizování zkoušeného předmětu – směr siločar má být orientován kolmo na předpokládaný průběh necelistvosti.
- c) Detekce rozptylového pole – nanesení vhodného detekčního feromagnetického prášku – barevného nebo fluorescenčního.
- d) Vizuální vyhodnocení necelistvosti.
- e) Odmagnetizování zkoušeného předmětu.

Kromě práškové metody se pro indikaci vad ve feromagnetických materiálech používají ještě metody další:

- magnetografická metoda,
- metoda elektroinduktivního snímání rozptylových polí feromagnetickou sondou nebo Hallovou sondou.

10.3.4 Prozařovací zkoušky

Princip:

Pro prozařovací zkoušky se používá zdroj pronikavého záření (rentgenové záření, záření gama, urychlovače). Jedná se o elektromagnetická vlnění s velmi krátkými vlnovými délkami. Při průchodu tohoto záření materiálem dochází k jeho zeslabení. Intenzita záření při průchodu materiálem se snižuje v závislosti na jeho tloušťce, jeho hustotě, chemickém složení a vlnové délce záření. Při průchodu záření kontrolovaným výrobkem dochází k jeho zeslabení. Je-li v materiálu vada, dochází k rozdílnému zeslabení v místě bez vady a v místě s vadou. Prošlé záření se následně zviditelňuje pomocí radiografického filmu a tak lze stanovit místa, ve kterých se vyskytují vady. V místech bez vad je zeslabení záření menší a na filmu se potom objeví tmavší skvrny.

Podle použitého detektoru můžeme radiologické metody rozdělit na:

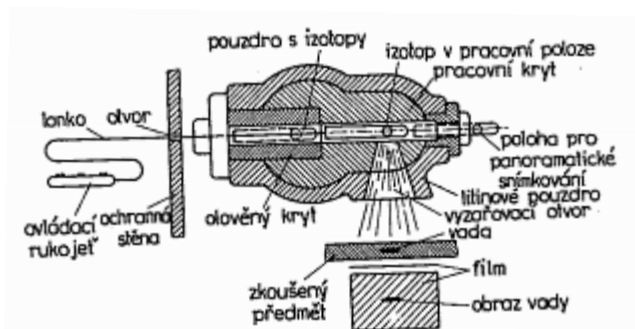
- radioskopické,
- radiografické,
- radiometrické.

ZOUŠKY SVARŮ

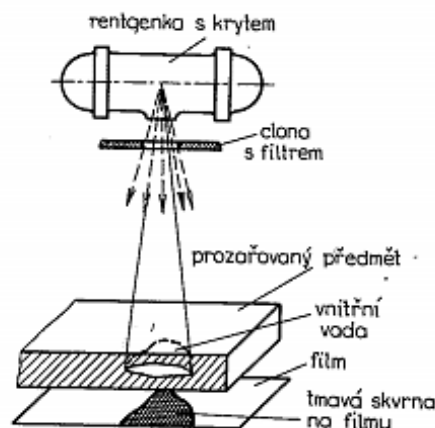
Nejčastěji používaná je radiografická metoda, která je založena na principu zachycení prošlého záření na speciální fotografický film. Tím se získá tzv. radiogram – záznam o obrazu vnitřních vad. Na dokumentu radiogramu jsou vady dobře rozlišitelné.

Druhy záření:

- **Záření rentgenové** – vzniká prudkým zbrzděním rychle letících elektronů. Podle vlnové délky rozlišujeme záření měkké, střední a tvrdé. Podle délky vln záření vzniká v rentgence, lineárním nebo kruhovém urychlovači.
- **Záření gama** – je vysíláno radioaktivními prvky při rozpadu jejich atomových jader. Používá se umělých radioaktivních zářičů (radioizotopů).



Obr. č. 65 Zkouška paprsky gama



Obr. č. 66 Zkouška rentgenovými paprsky

Postup při prozařovací zkoušce:

- a) Úprava povrchu zkoušeného svaru – odstranění hrubých nečistot, popř. i snížení velké drsnosti povrchu.
- b) Uspořádání zkoušky a volba způsobu prozařování – závisí na rozměru a tvaru předmětu a přístupnosti zkoušeného svaru. Svazek záření musí směřovat na střed kontrolované oblasti a musí být kolmý k povrchu.
- c) Identifikace a značení prováděné zkoušky – oblasti předmětu se označují značkami, značky jsou zobrazeny na radiogramu, aby se přesně identifikovala zkoušená oblast.
- d) Měření jakosti obrazu pomocí radiografických měrek – měrek se používá celá řada, nejpožívanější jsou měrky drátkové.
- e) Provedení expozice – určení intenzity dopadajícího záření.
- f) Zpracování filmů a vyhodnocení radiogramu.

ZOUŠKY SVARŮ

10.3.5 Ultrazukové zkoušky

Princip:

Ultrazukové zkoušky jsou založeny na šíření podélných a příčných ultrazukových vln o frekvenci 1 až 10 MHz. Ultrazuk prochází kovem s malými ztrátami. Dopadá-li svazek ultrazukových vln na rozhraní dvou prostředí s rozdílnými akustickými vlastnostmi, nastává odraz, průchod nebo lom ultrazukových vln. Na rozhraní prostředí kov – vzduch nastává téměř stoprocentní odraz. Při zkoušce se měří energie ultrazuku, která projde materiálem nebo se naopak odrazí od nějakého rozhraní (vady) a vrátí se zpět. K zajištění průchodu ultrazukových vln mezi sondou a materiálem se musí použít vhodná přechodová látka (voda, vazelína, olej), aby se odstranila vzduchová vrstva, která by bránila vytvoření dokonalé akustické vazby.

Ultrazuk můžeme použít pouze u materiálů, v nichž se zvuk šíří, aniž by došlo k jeho nadměrnému pohlcování a tlumení a dosah zvukové energie svazku byl malý.

Zdroje ultrazuku:

Jako zdroje ultrazukových impulsů se používají ultrazukové sondy. Generátorem ultrazukového vlnění v sondách je elektroakustický měnič, který mění elektrický signál na mechanický – ultrazukový. Používají se měniče piezoelektrické (nejčastěji), magnetostrikční, elektromagnetické a elektroindukční.

Druhy ultrazukových metod:

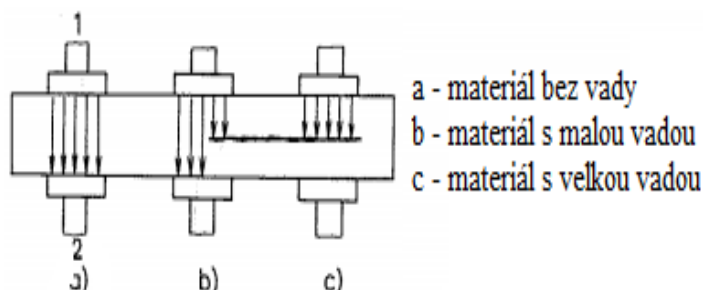
- Průchodová
- Odrazová
- Rezonanční
- Metoda zviditelnění vnitřních vad

Pro kontrolu svarů se používají první dvě metody.

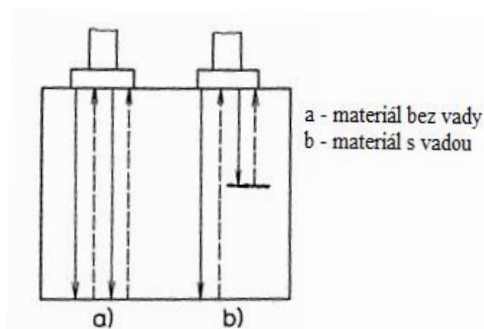
1. Průchodová metoda

Při této metodě se měří energie ultrazuku, která projde zkoušeným předmětem. Používají se dvě ultrazukové sondy – vysílač a přijímač. Umísťují se souose na dvou protilehlých stěnách zkoušeného předmětu. Je-li v materiálu vada, odrazí se vlny od jejího obrysu, do přijímače přichází méně energie a za vadou se vytvoří akustický stín. Vada se zjišťuje porovnáním hodnot energie přijaté materiálem bez vady a s vadou. Metodu lze použít na materiály s rovnoběžnými povrchy přístupné z obou stran. Je vhodná pro materiály menších tloušťek.

ZOUŠKY SVARŮ



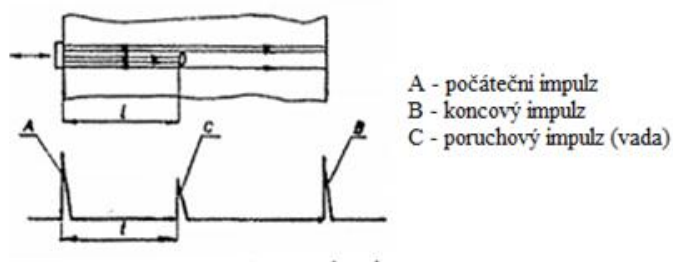
Obr. č. 67 Průchodová metoda



Obr. č. 68 Princip odrazové zkoušky

2. Odrazová impulzní metoda

Je nejvíce používanou metodou, je založena na pulzní činnosti. Do kontrolovaného předmětu se vysílají ultrazvukové impulzy, které se odrážejí od všech akustických rozhraní – od povrchu předmětu a jeho vad. Po odrazu v materiálu se ultrazvukové vlny vrátí buď na tentýž, nebo na druhý měnič, který pracuje jako přijímač (jednosondový nebo dvousondový provoz). Časový průběh se zobrazuje na stínítku obrazovky. V okamžiku vyslání ultrazvukového impulzu se na stínítku obrazovky objeví počáteční impulz. Za dobu odpovídající dvojnásobné vzdálenosti vady od sondy se objeví poruchový impulz. Zároveň se objeví koncový impulz, který je odražený od protilehlé strany zkoušeného předmětu. Vzdálenost mezi počátečním a koncovým impulzem je úměrný tloušťce zkoušeného předmětu. Vzdálenost mezi počátečním a poruchovým impulzem je úměrná hloubce vady.



Obr. č. 69 Průběh impulzů

Na rozdíl od průchodové metody stačí, když je přístupná pouze jedna strana svaru. Tato metoda je velmi citlivá, je vhodná pro tlustší materiály nad 10 mm.

3. Rezonanční metoda

Do zkoušeného předmětu se vysílají ultrazvukové vlny o měnící se frekvenci.

ZOUŠKY SVARŮ

4. Metoda zviditelnění vnitřních vad

Ultrazvukové vlnění se vysílá do zkoušeného předmětu spojitě. Na rozdíl od předcházejících metod umožňuje metoda zjistit nejen přítomnost vady, ale i její tvar.

Postup při ultrazvukové zkoušce:

- a) Úprava povrchu zkoušeného svaru – zbavení rzi, okují, nátěrů, zajištění přiměřené drsnosti povrchu.
- b) Volba správného způsobu zkoušky – volí se v závislosti na tvaru svařence a předpokládaných vadách.
- c) Volba typu sondy, úhlu sondy, zkušební frekvence a rozměru měniče – ke zkoušce svarů se převážně používají úhlové sondy.
- d) Kalibrace ultrazvukového přístroje a sond.
- e) Nastavení citlivosti zkoušení – nastavení přístroje tak, aby se v případě jakékoliv necelistvosti objevilo povrchové echo.
- f) Nanesení vhodné přechodové látky mezi sondu a materiál – na očištěný povrch se nanáší např. olej, vazelína.
- g) Určení šířky kontrolovaného pásma – tj. vzdálenosti mezi dvěma polohami sondy, při zkoušení musí být zachycen celý zkoušený objekt – svarový spoj a tepelně ovlivněná oblast z obou stran.
- h) Kontrola materiálu v okolí svaru – základní materiál se zkouší před nebo po svařování přímou sondou.
- i) Vyhledávání vad – úhlovou sondou nebo dvojicí sond.
- j) Vyhodnocení vad – při odrazové zkoušce se vada projeví na defektoskopu prostřednictvím poruchového echa. Z jeho polohy lze stanovit vzdálenost zjištěné vady. Velikost vady lze vyhodnotit podle velikosti poruchového echa.

ZOUŠKY SVARŮ

11 Předpisy a normy pro svařování

ČSN 05 0705 – základní kurzy svářečů a zaškolení pracovníků pro svařování.

11.1 Předmět normy

Základní ustanovení této normy jsou kladeny na základní teoretickou a praktickou přípravu svářeče, způsoby provádění a hodnocení zkoušky svářeče a vydání Osvědčení o zkoušce.

Norma platí pro níže uvedené metody tavného svařování, dělení kovů a svařování plastů.

Norma stanovuje zásady pro přípravu a zkoušení svářečů v rozsahu základního kurzu nebo zaškolení pracovníka na určitou jednoduchou svářečskou práci.

Při závěrečné zkoušce musí svářeč prokázat, že má základní odborné a praktické dovednosti o metodě svařování, značení a používání základních a přídatných materiálů, vadách svarů a příčinách jejich vzniku a platných bezpečnostních předpisů.

Tato norma stanovuje základ pro vzájemné uznávání odborné způsobilosti svářečů zkušebními organizacemi v rozdílných oblastech jejich uplatnění, je platná pouze na území ČR.

Osvědčení o zkoušce se vystavuje na základě výhradní zodpovědnosti zkušebnímu orgánu nebo zkušební organizace.

Odborná způsobilost svářečů podle této normy neopravňuje svářeče provádět svary, na které jsou kladené specifické požadavky na bezpečnost svařovaných konstrukcí a výrobků podle technických norem a předpisů.

11.2 Definice

Pro tyto účely normy byly použity následující definice a termíny:

ANB – Národní autorizovaná osoba (Authorised National Body), právnická osoba schválená EWF a IIW - metodicky řídí zkušební a certifikační činnost v oblasti svařování a dohlíží na dodržování platných předpisů,

ATB – autorizované výukové místo (svářečská škola),

EWF – Evropská svářečská federace,

IIW – Mezinárodní svářečský institut,

Zkušební organizace – autorizovaná právnická osoba, pověřená prováděním zkušebních činností,

Zkušební orgán – pracovník zkušební organizace s odbornou znalostí svařování a s kvalifikací EWE a EWT delegovaný pro zkoušky svářečů,

Svářečská škola – ATB pro svářeče,

ZOUŠKY SVARŮ

Svářecí instruktor – pracovník s odbornou svářečskou kvalifikací, svářecí praktik (EWP) s pedagogickým minimem a svářečskou kvalifikací dle ČSN EN 287,

Svářecí inženýr (EWE) – pracovník s vysokoškolským vzděláním a diplomem svářecího inženýra, získaný na některé ATB,

Svářecí technolog – (EWT) pracovník s ukončeným středoškolským vzděláním a diplomem svářecího technologa, získaný na ATB,

Svářecí praktik – pracovník s platným svářečským oprávněním dle ČSN EN 287 a diplomem svářečského praktika získaný na ATB,

Svářecí dozor – pracovník odpovědný za výrobní svářečské operace a za činnosti se svařováním související, znalosti jsou prokázány výcvikem, vzděláním a odpovídajícími výrobními zkušenostmi,

Svářeč – pracovník, který byl vyškolen v kurzu svařování; odbornost získaná absolvováním kurzu a vykonáním příslušné zkoušky a má platnost v rozsahu uvedeném na Osvědčení o základním kurzu svařování,

Zaškolený pracovník – pracovník zaškolený na obsluhu svařovacího zařízení nebo konkrétní jednoduchou svářečskou práci; rozsah oprávnění je vymezen a přesně definován, je platný pouze v organizaci, pro kterou bylo školení vykonáno.

11.3 Označení kurzů

11.3.1 Metody svařování

Jednotlivé metody svařování mají následující číselné značení:

- 111 - obalenou elektrodou,
- 114 - obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranné atmosféry (MOG),
- 121 - svařování pod tavidlem,
- 131 - obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném inertním plynu (MIG),
- 135 - obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném aktivním plynu (MAG),
- 141 - obloukové svařování wolframovou netavící se elektrodou v inertním plynu (TIG),
- 15 - plazmové svařování a dělení materiálu,
- 21 - odporové svařování bodové,
- 22 - odporové svařování švové,
- 311 - svařování kyslíko – acetylénovým plamenem,
- 312 - svařování kyslíko – propanbutanovým plamenem,
- 313 - svařování kyslíko – vodíkovým plamenem,
- 71 - aluminotermické svařování,
- 971 - pájení plamenem.

ZOUŠKY SVARŮ

11.3.2 Svařované materiály

Materiál	Staré označení	Nové označení
nelegované a nízkolegované oceli bez předhřevu	W 01	1.1
Korozivzdorné austenické oceli	W 11	8
Hliník a jeho slitiny	W 21	21
Měď a její slitiny	W 31	31
Nikl a jeho slitiny	W 41	41
Titan a jeho slitiny	W 51	51

Tab. č. 7 Svařované materiály

Dříve	Nyní
ZP 21 – 9 W01	ZP 21 – 9 1.1
ZP 311 – 2 W 01	ZP 311 – 2 1.1
ZK 111 W 01	ZK 111 1.1
ZK 135 W 11	ZK 135 8
ZK 141 W 21	ZK 141 21

Tab. č. 8 Příklady nového označení

11.3.3 Označení zaškolení

1. Stehování
2. Řezání a drážkování
3. Rovnání
4. Tepelné zpracování
5. Ohřev
6. Svařování nízkotavitelných kovů
7. Tavení kovů (např. stomatologie)
8. Měkké pájení
9. Ostatní

ZOUŠKY SVARŮ

12 Označování zkoušek

12.1 Označení kvalifikační zkoušky zaškoleného pracovníka

ČSN 05 0705 – ZP 135 – 1.1 1

ČSN 05 0705 je norma, podle které byla provedena zkouška

ZP – zaškolení pracovníka

135 – metoda svařování

1.1 – svařovaný materiál

1 – označení zaškolení

12.2 Označení kvalifikační zkoušky účastníky základního kurzu

ČSN 05 0705 – ZK 135 1.1

ČSN 05 0705 je norma, podle které byla provedena zkouška

ZK – základní kurz

135 – metoda svařování

1.1 – svařovaný materiál

ZOUŠKY SVARŮ

13 Organizace školení pracovníků ve svařování

Podle této normy platí zásada, že školící organizace (svářečské školy) neprovádějí zkoušení. Zkoušení provádí zkušební organizace (např. Domzo 13).

13.1 Zaškolení pracovníků

Zaškolení pracovníků mohou provádět pouze svářečské školy ve vlastních nebo jiných výukových zařízeních. Zaškolení se provádí podle doporučených osnov.

Zaškolení musí probíhat na pracovišti k tomu účelu odpovídajícím (učebna vybavena pomůckami, pracoviště pro praktickou výuku musí splňovat bezpečnostní normy ČSN 050600 až ČSN 050630).

Zaškolení pracovníků se provádí na konkrétní práce, zařízení, metody, polohu svařování a daný materiál.

V kurzu zaškolení je nutné vést třídní knihu o náplni jednotlivých témat a docházky. Po zkouškách vystaví odpovědný pracovník Protokol o zaškolení, kde je uvedena adresa pořádající organizace, doba konání, jména a podpisy předsedy a členů komise.

13.2 Základní kurzy

Základní kurzy pořádají svářečské školy, které jsou pro tyto kurzy personálně a technicky vybaveny. Svářečská škola musí mít svářečího inženýra nebo technologa, který odpovídá za teoretickou i praktickou část kurzu a dále svářečího praktika s příslušnou svářečí zkouškou, který vede praktickou přípravu kurzů. Svářečská škola vede archivaci a evidenci dokumentů o školení a zkoušení účastníků.

Zřizovatel svářečské školy je povinen zajistit samostatnou dílnu s pracovišti pro výcvik v příslušných metodách svařování, splňujícími podmínky norem ČSN 05 0600 a ČSN 05 0601 a pro teoretickou přípravu s příslušným didaktickým vybavením.

13.3 Rozšíření oprávnění základního kurzu

Svářeč se základním kurzem může svoji odbornost rozšířit o svařování dalších materiálových skupin v dané metodě svařování absolvováním doplňkového kurzu. Svářeč absolvuje teoretický a praktický výcvik zkrácený o učební látku z teorie a praxe, kterou absolvoval v základním kurzu. Doplňkový kurz absolvuje ve svářečské škole podle stejných zásad jako v základním kurzu a vykoná zkoušku v plném rozsahu jako při základním kurzu. Svářečská škola musí vést třídní knihu se seznamem účastníků kurzu, ve které se zapisuje účast a náplň jednotlivých výukových hodin. Každá hodina musí být v třídní knize rozepsána vyučujícím.

Zkoušky

14 Zkoušky

14.1 Všeobecně

Při zkouškách je na pracovišti pouze jeden pracovník. Ve svařovně se v době zkoušek nesmí vykonávat žádná jiná činnost. Zkušební vzorek musí být svařen v době, která odpovídá podmínkám ve výrobě pro svar obdobného typu a velikosti. Účastník kurzu odevzdá svar k vizuální kontrole čistý, bez strusky a rozstříku. Není povoleno jakkoliv upravovat konečný vzhled krycí vrstvy nebo kořene svaru broušením nebo pilníkem bez souhlasu zkušebního orgánu.

Zkušební tělesa pro praktickou zkoušku svářečů plastu je možné zhotovit v průběhu kurzu se souhlasem zkušebního orgánu a ručením odpovědného technologa svářečské školy. Při pochybnostech může zkušební orgán určit doplňkové zkušební svary pro jednotlivé účastníky.

Pokud svářeč zjistí ojedinělou vadu ve svaru, předloží zkušební vzorek k posouzení zkušebnímu orgánu.

U nevyhovujících zkoušek, teoretických a praktických, rozhodne zkušební orgán o rozsahu a termínu opravné zkoušky.

Protokol o zkoušce obsahuje hodnocení všech částí zkoušky. Teoretická a praktická zkouška se hodnotí - prospěl nebo neprospěl.

Na základě vyhovujícího výsledku zkoušky obdrží každý absolvent kurzu doklad o vykonané zkoušce. Záznam o zkoušce potvrdí zkušební orgán svým podpisem a razítkem.

14.2 Zaškolení svářečských pracovníků

Zkoušky po absolvování školení jsou teoretické a praktické. Při teoretické zkoušce musí pracovník prokázat znalosti ze souvisejících předpisů o bezpečnosti práce při svařování nebo řezání a základní znalosti o zařízení, jeho obsluze, základní znalosti o svařovaném materiálu, vzniku vad a jejich příčinách. Při praktické zkoušce musí pracovník prokázat zvládnutí obsluhy zařízení a metody svařování v základní poloze (PA, PB) pole ČSN EN ISO 6947. Velikosti a rozměr zkušební vzorku určí zkoušející podle prováděného druhu zaškolení. Vyhodnocení se provádí vizuální kontrolou podle ČSN EN 970. Podmínky vyhodnocení vad musí být v souladu s normou ČSN EN 25817, popřípadě ČSN EN 30042. Pracovník vyhověl zkoušce, jestliže vady nalezené na svařeném zkušebním vzorku jsou v mezích stanovených pro stupeň jakosti D.

Zkoušky se skládají před komisí, které předsedá svářečský dozor firmy (EWT nebo EWE). Členové komise jsou pracovníci jmenovaní svářečským dozorem firmy a tvoří ji nejčastěji bezpečnostní technik a svářečský praktik (instruktor svařování).

O vykonaných zkouškách vydá svářečská škola nebo pořádající organizace účastníkům, kteří úspěšně vykonali zkoušky, Osvědčení o zaškolení a Průkaz zaškoleného pracovníka. V případě dalšího zaškolení a vykonání další zkoušky se vydá další Osvědčení a nový Průkaz zaškolení pracovníka.

Zkoušky

14.3 Základní kurz

Zkoušky po absolvování základního kurzu se skládají z teoretické a praktické části. Dozor nad svařováním a zkoušením vydává zkušební orgán dohodnutý smluvními stranami.

V teoretické zkoušce musí absolvent kurzu, s přihlédnutím na druh kurzu, prokázat znalosti zejména v těchto oblastech:

- značení svaru na výkresech,
- rozsah oprávnění pro svařování a jeho platnost,
- vady ve svarech a příčiny jejich vzniku,
- zásady technologie svařování,
- zásady označování základního a přídavného materiálu,
- obsluha svařovacího zařízení,
- svařovací zařízení a jeho příslušenství,
- předpisy související s bezpečností práce při svařování.

Podrobnější požadavky na teoretické zkoušky jsou uvedeny v doporučených osnovách pro jednotlivé typy kurzů, vydaných ANB.

Praktická zkouška je vedena v souladu s technologickým postupem a praktickým výcvikem ve svářečské škole pro příslušný materiál a metodu svařování. Zkušební vzorky je nutno označit tak, aby byla zabezpečena identifikace svářeče po jeho vyhotovení. Zkušební vzorky označí taky zkušební orgán.

14.4 Technologické podmínky svařování kovů

Při zkoušce svařování elektrickým obloukem (např. metoda 111) zavaří svářeč koutové svary na plechu v poloze PB (vodorovná šikmo shora) a v poloze PF (svislá nahoru). Svářeč smí svařovat pouze elektrodami kyselými, rutilovými, bazickými elektrodami a jejich kombinacemi.

Svářeč plamenem (metoda 311) svařuje tupé svary na plechu v poloze PA a PF a koutové svary na plechu v poloze PB a PF metodou vpřed a trubky v poloze PH a PC (vodorovná) metodou vzad (kořenovou i další vrstvy).

Svářeč v kurzu pro metodu MAG (135) smí při zkoušce používat ochranný plyn CO_2 nebo směsný plyn.

Svářeč je povinen provést v každé vrstvě minimálně jednou nastavení svarové housenky. Konečný vzhled nesmí upravovat pilníkem, bruskou nebo plamenem bez souhlasu zkušebního orgánu. Zkušební vzorek však musí očistit od rozstříku, strusky, okují kartáčem a u svařování plamenem hořákem.

Zkoušky

14.5 Posuzování zkoušky v základním kurzu

Zručnost svářeče posuzuje zkušební orgán v průběhu svařování zkušebních vzorků. Pokud zjistí, že svářeč nemá základní znalosti ze svařování nebo svévolně porušil podmínky zkoušky, je svářeč vyloučen z dalších zkoušek.

14.6 Vyhodnocení vzorků při svařování kovových materiálů

Svařené kovové vzorky se posuzují vizuální kontrolou a koutové spoje se zkoušejí rozlomením u vzorků s tloušťkou stěny rovnou nebo větší než 6 mm. Zkušební kus se hodnotí podle kritérií, která jsou platná pro jednotlivé vady.

14.7 Hodnocení praktické zkoušky

Jsou-li na zkušebním kusu překročeny nejvyšší přípustné hodnoty vad, svářeč při zkoušce nevyhověl.

Zkušební orgán posoudí každý zkušební vzorek a výsledek zapíše do zkušebního protokolu. Do zkušebního protokolu zaznamenává zkušební orgán také hodnocení teoretické. Pokud jsou všechna hodnocení vyhovující, zapíše zkušební orgán hodnocení prospěl. V opačném případě neprospěl.

Zkušební protokol podepisuje zkušební orgán, svářecí inženýr nebo technolog školy a instruktor.

14.8 Opravná zkouška

Pokud svářeč nevyhověl, má právo zkoušku opakovat 2×, a to vždy do tří měsíců od poslední zkoušky. Pokud pracovník nevyhověl z teorie, musí se v určeném termínu podrobit opakování teoretické zkoušky. Pokud nevyhověl z praktické části zkoušky, může zkoušku opakovat po přiměřeném zácviu ve svářečské škole v rozsahu, který určí zkušební orgán.

Druhou opakovací zkoušku musí pracovník opakovat v plném rozsahu.

Pokud pracovník nevyhoví v celém rozsahu závěrečné zkoušky, musí pro získání požadované kvalifikace opakovat celý kurz.

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

15 Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

15.1 Obecně

Úspěšně vykonaná zkouška v rámci školení opravňuje zaškoleného pracovníka provádět pouze práce uvedené v rozsahu oprávnění a ve firmě, pro kterou bylo zaškolení provedeno.

Úspěšně vykonaná zkouška, kterou svářeč vykonal v rámci základního svářečského kurzu svařování, opravňuje svařovat pouze v rozsahu osnov základního kurzu.

Zkoušky vykonané v rámci základního svářečského kurzu nebo zaškolení neopravňuje provádět svary, kde je předepsaná vyšší kvalifikace ČSN EN 287.

15.2 Metoda svařování

Každá zkouška platí jen pro jednu metodu svařování. Změna metody svařování vyžaduje novou zkoušku.

15.3 Platnost Osvědčení o zaškolení pracovníka

Platnost Osvědčení o zaškolení pracovníka platí pouze za podmínek, při kterých bylo provedeno, pro práce uvedené v rozsahu oprávnění a ve firmě, pro kterou bylo zaškolení provedeno. Každá změna podmínek vyžaduje zkoušku novou (např. změna svařovacího materiálu). Platnost Osvědčení je možné prodloužit po doškolení a přezkoušení z bezpečnostních předpisů. Dokladem o vykonání přezkoušení a tím i prodloužení Osvědčení je potvrzení svářečským dozorem nebo pověřeným pracovníkem. **V případě, že se svářeč nedostaví k doškolení a přezkoušení do čtyř let, musí udělat novou zkoušku. V případě, že se svářeč nedostaví do šesti let, musí opakovat celý kurz a původní zkouška pozbývá platnosti.**

15.4 Platnost Osvědčení o základním kurzu

Platnost Osvědčení o základním kurzu platí dva roky na den, kdy byla zkouška vyhodnocena jako vyhovující. **Platnost zkoušky lze prodloužit po doškolení a přezkoušení z bezpečnostních předpisů.** Dokladem o vykonání přezkoušení a tím i prodloužení zkoušky je Osvědčení o doškolení a přezkoušení svářeče, zaškoleného pracovníka, potvrzené svářečským dozorem nebo pověřeným pracovníkem. ***V případě, že se svářeč nedostaví k doškolení a přezkoušení do čtyř let, musí vykonat zkoušku novou v rozsahu zkoušky po ukončení základního kurzu. V případě, že se svářeč nedostaví do šesti let, musí opakovat kurz a původní zkouška pozbývá platnosti.***

Na základě úspěšně vykonaných zkoušek vystaví pověřený pracovník protokol o provedeném zaškolení a vystaví Osvědčení o zaškolení a Průkaz zaškoleného pracovníka.

15.5 Základní kurz – protokol o zkoušce

Na základě zkušebního listu je vystaven Protokol o zkoušce, který je podkladem pro vystavení Osvědčení o základním kurzu svařování a zápisu do svářečského průkazu. Protokol podepisuje svářecí orgán, svářecí technolog, vedoucí svářečské školy a instruktor svařování.

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

Třídní knihu, lékařské potvrzení jednotlivých účastníků kurzu, písemné práce, vyhodnocení testů a další doklady archivuje svářečská škola minimálně 6 let. Originál protokolů o zkoušce se archivuje minimálně 10 let.

15.6 Osvědčení o základním kurzu svařování

Na základě protokolů o zkoušce vystaví příslušná zkušební organizace Osvědčení o základním kurzu, které musí obsahovat číslo, označení kurzu, jméno a příjmení svářeče, rodné číslo a místo narození, číslo svářečského průkazu, název svářečské školy, kde byl kurz vykonán, rozsah oprávnění a datum zkoušky.

Osvědčení podepisuje zkušební orgán nebo zástupce svářečské školy.

15.7 Průkaz odborné kvalifikace (svářečský průkaz)

Svářeč, který absolvuje první kurz, obdrží Průkaz odborné kvalifikace svářeče. Zkušební orgán zapíše do tohoto průkazu označení kurzu, číslo osvědčení, datum platnosti a zápis určí svým razítkem a podpisem. Zástupce svářečské školy toto zapíše do svářečského průkazu a záznam podepíše. V případě dalších zkoušek se zkoušky nové zapisují do příslušné části průkazu odborné kvalifikace.

Průkaz odborné způsobilosti svářeče slouží pouze k evidenci vykonaných zkoušek a není dokladem o platnosti zkoušek.

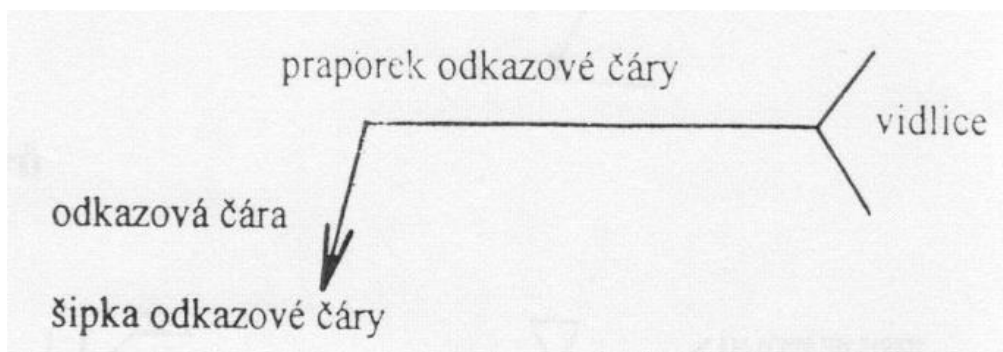
Každý ukončený základní kurz, zaškolení a přezkoušení musí být evidováno a příslušné doklady archivovány.

15.8 Zrušení svářečské školy

Při zrušení nebo likvidaci svářečské školy jsou všechny příslušné archivované dokumenty předány do archivu příslušné zřizující organizace, nástupnické školy nebo zkušební organizace, se kterou byla svářečská škola smluvně vázána.

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

16 ČSN EN 22553 svarové a pájené spoje – označování na výkrese



- **praporek odkazové čáry** (nad, pod nebo z obou stran)
- **vidlice praporku odkazové čáry** – mohou se uvést údaje o zhotovení svaru (metoda svařování, přídavný materiál, požadavky na kvalifikaci svářeče, požadavky na kvalitu svaru apod.)
- **praporek odkazové čáry** (nad, pod nebo z obou stran)
- **vidlice praporku odkazové čáry** – mohou se uvést údaje o zhotovení svaru (metoda svařování, přídavný materiál, požadavky na kvalifikaci svářeče, požadavky na kvalitu svaru apod.)

Svar	Zobrazení	Značka	Svar	Zobrazení	Značka	Svar	Zobrazení	Značka
I			W		W	švový		
V		∇	U		U	bodový		
1/2 V		∇	1/2 U		U	děrový		
Y		Y	lemový		Y	oblý V		
1/2 Y		Y	koutový		Y	oblý 1/2 V		

Tab. č. 9 Značení svarů

16.1 Doplnující značky

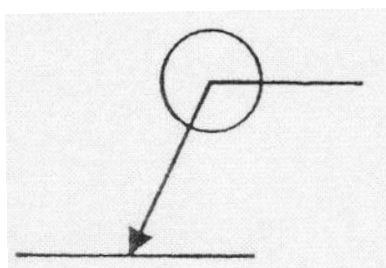
Doplnující značky nás informují o tvaru povrchu, mohou přikazovat obrobení přechodů svaru, vydrážkování kořene nebo svařovat na podložku, která zůstane trvalou součástí svaru.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

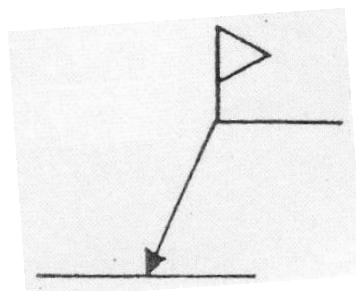
Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

Tvar povrchu spoje	Značka
a) Plochý	—
b) Převýšený	⌒
c) Vydutý	⌒
d) Opracované přechody	⌒
e) Přivařená podložka	⌒
f) Odnímatelná podložka	⌒

Tab. č. 10 Doplnující značky svarů

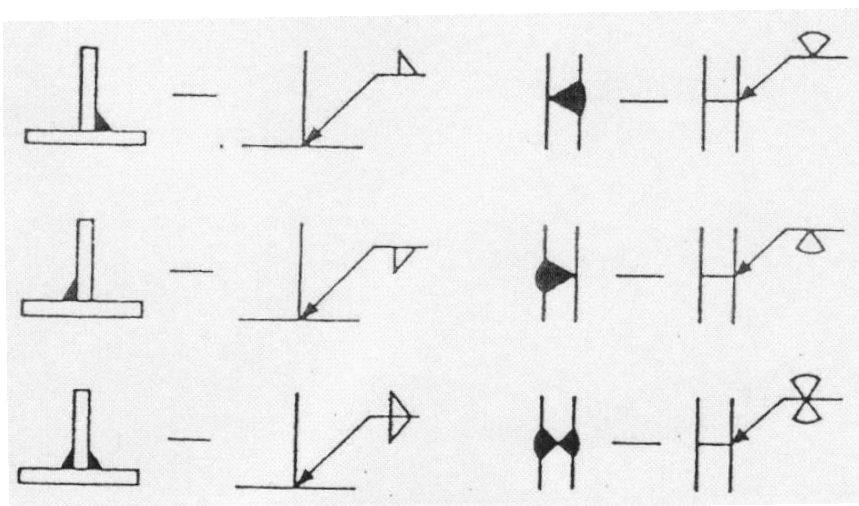


Obvodový svar



Montážní svar

Obr. č. 70 Označení obvodového a montážního svaru



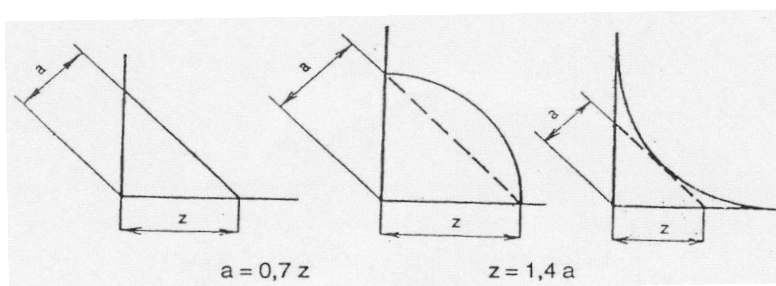
Obr. č. 71 Příklady umístění značek svarů

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

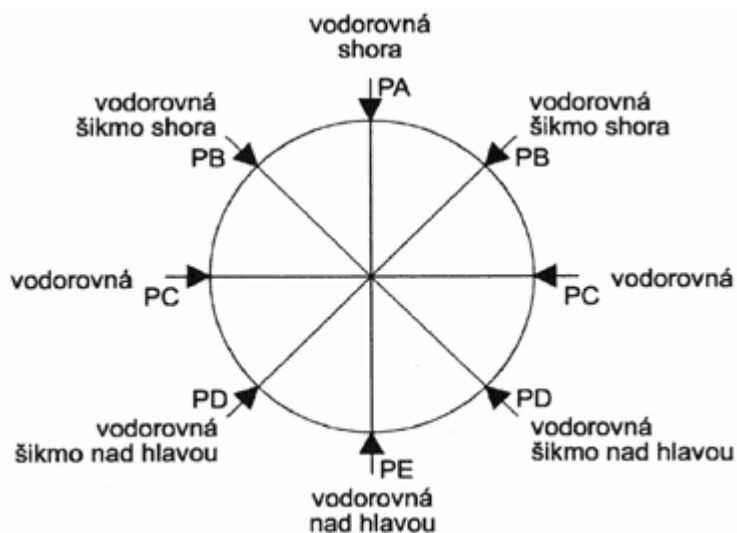
16.2 Velikost svarů

U tupých svarů se vyžaduje provaření celého průřezu, jeho charakteristickým rozměrem je tloušťka materiálu.

U koutových svarů je velikostí svaru výška z nebo odvěsna a pomyslného trojúhelníka vepsaného do průřezu svaru.



Obr. č. 72 Velikost svarů



Obr. č. 73 ČSN EN ISO 6947 – Polohy svařování

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

Tab. č. 11 Polohy při svařování

Označení polohy	Pojmenování	Popis
PA	vodorovná shora	Vodorovný směr svařování, svislá osa svaru, krycí vrstva nahoře
PB	Vodorovná šikmo shora	Vodorovný směr svařování, krycí vrstva směrem šikmo nahoru
PC	vodorovná	Vodorovný směr svařování, vodorovná osa svaru
PD	Vodorovná šikmo nad hlavou	Vodorovný směr svařování krycí vrstvy směrem šikmo dolů
PE	Vodorovná nad hlavou	Vodorovný směr svařování, nad hlavou svislá osa svaru, krycí vrstva dole
PF	Svislá nahoru	Svislý směr svařování zdola nahoru
PG	Svislá dolů	Svařování nahoru k vrcholu svaru
PH		Svařování trubky zdola nahoru
PJ		Svařování trubky z vrchu dolů
H-L 045	Svařování nahoru k vrcholu svaru	Směr svařování nahoru a úhlem sklonu 45°
J-L 060	Svařování od vrcholu svaru dolů	Směr svařování dolů a úhlem sklonu 60°

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

17 Fotografie

Toto osvědčení o doškolení a přezkoušení svářeče z bezpečnostních ustanovení je dokladem k Průkazu odborné kvalifikace svářeče resp. Průkazu zaškoleného pracovníka

č.: 2 - 367 733 - A

Základní údaje svářeče:

Jméno a příjmení: Zdeněk Španihel

Rodné číslo: 47 0912/457

Podepsaný svářečský technik, pověřený Českou svářečskou společností ANB, osvědčuje, že držitel tohoto "OSVĚDČENÍ o doškolení a přezkoušení" byl doškolen a vyhověl z bezpečnostních ustanovení a splnil tak všechny podmínky pro prodloužení platnosti svého svářečského oprávnění.

Zkouška byla provedena z následujících předpisů:
*) nehodící se škrtněte, případně doplňte:

ČSN 05 0601 *)
ČSN 05 0610
ČSN 05 0630
ČSN 05 0650
Seznámení s Vyhl. 87/2000 Sb.

Platnost Osvědčení
končí dnem: 20.10.2013


Místo doškolení
a přezkoušení:
Zkoušející:
Podpis:
Osobní razítko:

SVÁŘEČSKÁ
ŠKOLA 13 - 035
VOŠ, SOŠ a SOU, Kopřivnice,
příspěvková organizace

13-543
Michael VRBKA

Obr. č. 74 Osvědčení o periodickém přezkoušení svářeče plamene

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

 **Česká svářečská společnost ANB**
Hospodářská komora ČR

Průkaz odborné kvalifikace svářeče

Č.ZK.ORG. EVIDENČNÍ ČÍSLO POŘ. Č.
(rodné číslo)

13	8	4	0	3	3	0	5	2	7	3	1
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---


PŘÍJMENÍ **SOPUCH**


JMÉNO **Patrik**

MÍSTO NAROZENÍ **Nový Jičín**

ST. PŘÍSLUŠNOST **ČR**

DATUM VYDÁNÍ **22 III. 2002**


autorizační známka
České svářečské
společnosti ANB


razítko zkušební organizace
podpis zkušebního orgánu

Obr. č. 75 Svářecí průkaz s razítkem ANB

Rozsah oprávnění a platnost zkoušky

Literatura a informační zdroje

- KUNCIPÁL Josef. *Teorie svařování*. Praha: SNTL, 1986.
- BOTHE Otakar. *Strojírenská technologie II*. Praha: SNTL, 1980.
- ZEMAN Rostislav. *Základní kurz svařování metodou 311*. Ostrava: ZEROSS, 2012.
- ZEMAN Rostislav. *Technologie svařování a zařízení*. Ostrava: ZEROSS, 2001.
- KARAFIÁTOVÁ Stanislava a Ivo LANGER. *Nekonvenční technologie*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1998. ISBN 80-7200-296-1.
- KOUKAL Jaroslav a ZMYDLENÝ Tomáš. *Svařování I*. Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0870-6.
- HRDLÍČKOVÁ Dobroslava. *Strojírenská technologie III*. Praha: SNTL, 1982.
- BERNAS, J., a kol.: *Plamenové svařování*. Ostrava: ZEROSS, 1994. 196 s. ISBN 80-85771-22-5.
- MINAŘÍK, V.: *Plamenové svařování*. Ostrava: ZEROSS, 2001. 130 s. ISBN 80-8577-183-7.
- MINAŘÍK, V.: *Plamenové svařování*. Praha: Scientia, 1997. 158 s. ISBN 80-7183-080-1.
- BARTÁK, J., KOVAŘÍK, R., PILOUS, V. et al.: *Učební texty pro evropské svářečské specialisty, praktiky a inspektory*. Ostrava: ZEROSS, 2002. 418 s. ISBN 80-85771-97-7.
- PILOUS Václav. *Materiály a jejich chování při svařování*. Vydal: ŠKODA WELDING s.r.o. Tř. E. Beneše 27, 316 00 Plzeň, 2009.
- KUDĚLKA, V.: *Normy a předpisy II*, Brno: TDS Brno, 1999. 33 s.
- BUREŠ, V., KRÍSEK, J.: *Řezání kyslíkem*. Ostrava: ZEROSS, 1996. 73 s. ISBN 80-8577-44-6.
- MUTŇANSKÝ, V.: *Tepelné rezanie*. Bratislava: VÚZ Bratislava, 1987. 54 s.
- KUNCIPÁL, J.: *Teorie svařování*. Praha: SNTL, 1986. 265 s.
- DOLEJSKÝ, Tomáš. *Základní kurz svařování MIG/MAG*, Svářečské nakladatelství ZEROSS 2013.
- TAUŠ, Jaroslav. *Příprava svářečů k úředním zkouškám*, SNTL 1982.
- KOUKAL Jaroslav a ZMYDLENÝ Tomáš. *Svařování I*. Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0870-6.
- LEINVEBER, Jan – VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*, ALBRA 2006.
- HLUCHÝ, Miroslav – BENEŠ, Josef. *Strojírenská technologie pro SPŠ nestrojnické*, Redakce báňské a strojírenské literatury, 1981.
- Foto/ Bartoňová Renáta/ firma Porgest
- Obrázky/ Bartoňová Renáta a uvedená literatura
- http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/TMSV/zkousky_svaru_ndt.pdf
- http://fpe.zcu.cz/kmt/kat/Download/mttga/zkousky_mat_a_svaru.pdf