



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ZÁKLADNÍ KURZ SVAŘOVÁNÍ METODOU 135

WELDING BASIC COURSE ON 135 TECHNOLOGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ DOLEJSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KUBÍČEK

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tomáš Dolejský

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Základní kurz svařování metodou 135

v anglickém jazyce:

Welding Basic Course on 135 Technology

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Základní kurzy svařování jsou dostatečné pro většinu svářečských činností. Kurzy jsou cenově i časově dostupné pro celou řadu firem, které v rámci výroby provádějí svářečské práce.

Cíle bakalářské práce:

Vypracovat postup přípravy, průběhu a vyhodnocení základního kurzu metody 135 včetně potřebných WPS. Metoda svařování 135 pro plech sk. 1.2, tl. 10mm, svary BW polohy PA+PF, svary FW polohy PB+PF. Vypracovat otázky zkušebních testů.

Seznam odborné literatury:

1. DVOŘÁK, M. a kol. Technologie II, 2vyd. CERM Brno, 7/2004, 237s. ISBN 80-214-2683-7
2. PILOUS, V. Materiály a jejich chování při svařování, 1vyd. ŠKODA-WELDING, Plzeň, 2009
3. BARTÁK, J. Výroba a aplikované inženýrství, 1vyd. ŠKODA-WELDING, Plzeň, 2009
4. KOLEKTIV AUTORŮ. Materiály a jejich svařitelnost, 1vyd. Zeross, Ostrava 2001, 292s. ISBN 80-85771-85-3
5. KOLEKTIV AUTORŮ. Technologie svařování a zařízení, 1vyd. Zeross, Ostrava 2001, 395s. ISBN 80-85771-81-0
6. KOLEKTIV AUTORŮ. Navrhování a posuzování svařovaných konstrukcí a tlakových zařízení, 1vyd. Zeross, Ostrava 1999, 249s. ISBN 80-85771-70-5
7. KOLEKTIV AUTORŮ. Výroba a aplikované inženýrství ve svařování, 1vyd. Zeross, Ostrava 2000, 214s. ISBN 80-85771-72-1

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kubíček

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 18.11.2010

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

TOMÁŠ DOLEJSKÝ: Základní kurz svařování metodou 135.

Projekt vypracovaný v rámci bakalářského studia oboru strojírenská technologie předkládá návrh pro teoretickou i praktickou část základního kurzu svařování metodou 135, v souladu s osnovami České svářečské společnosti. V projektu jsou uvedeny nejnovější, nebo doposud platné normy. V teoretické části je obsaženo nezbytné minimum požadavků pro frekventanty základního kurzu svařování. V kapitole technologie svařování je uvedena praktická část samotného postupu svařování a důležitých zásad pro požadovanou kvalitu-jakost svarových spojů podle dlouholetých zkušeností. V závěru práce je výklad normy ČSN 05 0705, podle které jsou základní kurzy svařování realizovány a je zde uveden postup svařování WPS a návrh zkušebních testů pro složení zkoušky v základním kurzu svařování.

Klíčová slova:

Základní kurz svařování, ocel, svařitelnost, svar, svářeč, svařovací parametry, MAG, zkratový přenos, polohy, svařování vpřed, vady, zkouška.

ABSTRACT

TOMAS DOLEJSKÝ: Welding Basic Course on 135 Technology.

The project developed within the framework of the bachelor's study of a branch Engineering technology presents a proposal for a theoretical and a practical parts of the welding basic course with a method 135 in accordance with the curriculum of Czech Welding Society-ANB. The latest norms or up to the present time still valid ones are presented in the project. A theoretical part contains a necessary minimum of requirements for participants of the welding basic course. In the chapter of a welding technology is presented a practical part of this welding process and important principles for a required quality of welded joints according to long-time experience. In a conclusion there is an interpretation of a norm ČSN 05 0705 according to what welding basic courses are realized and a welding process WPS is presented here and a proposal of examining tests for a passing an exam in a welding basic course.

Keywords:

Basic course of welding, steel, weldability, weld, welder, welding parameters, MAG, short-circuit transfer, position, ahead welding, defects, test.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOLEJSKÝ, T. *Základní kurz svařování metodou 135*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 79 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kubíček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 27. 5. 2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Jaroslavu Kubíčkoví za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce a také zkušební organizaci TESIYO, s.r.o.

Obsah

Titulní list

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

1. ÚVOD	11
2. DOPORUČENÁ PŘÍPRAVA	12
2.1 Označení zkoušky	13
3. NAUKA O MATERIÁLU	13
3.1 Definice ocelí	13
3.2 Názvosloví	13
3.3 Vlastnosti kovových materiálů	14
3.4 Označování ocelí	14
3.4.1 Rozdělení ocelí podle ČSN EN 10020	14
3.4.2 Značení podle ČSN 420002, čl. 4	15
3.4.3 Značení podle ČSN EN 10027-1	16
3.4.4 Značení podle ČSN EN 10027-2.....	16
3.5 Svařitelnost ocelí	17
3.6 Tepelné zpracování	17
3.6.1 Normalizační žíhání	18
3.6.2 Žíhání ke snížení vnitřních pnutí	18
3.6.3 Kalení.....	18
4. CHARAKTERISTIKA METODY 135	18
5. PŘÍDAVNÉ MATERIÁLY	19
5.1 Charakteristika přídatného materiálu	19
5.2 Značení přídatného drátu.....	19
5.3 Ochranné plyny	19
5.3.1 Značení ochranných plynů	20
5.3.2 Značení lahví na ochranné plyny	20
5.4 Redukční ventily	21
6. ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY	22
6.1 Základní veličiny	22
6.2 Rozdělení proudu	23
6.3 Zdroje svařovacího proudu	23
6.4 Statické charakteristiky	24
6.5 Regulace podle změny proudu	25
6.6 Elektrický oblouk.....	26
6.7 Přenos kovu v elektrickém oblouku	26
6.8 Polarita při svařování	27
6.9 Magnetické foukání oblouku	27
6.10 Podávací zařízení	27

7. TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ	29
7.1 Princip metody 135 (MAG)	29
7.2 Volba svařovacích zdrojů a parametrů	30
7.2.1 Svařovací zdroj	30
7.2.2 Polarita, druh svařovacího proudu a přenos kovu	30
7.2.3 Přídavný materiál	30
7.2.4 Druh a množství ochranného plynu	31
7.2.5 Svařovací hořáky	32
7.2.6 Ovládací prvky svařovacího zdroje	32
7.2.7 Řízení průběhu svařování spínačem na hořáku	33
7.2.8 Parametry a podmínky svařování	33
7.2.9 Rychlost svařování.....	34
7.2.10 Kontaktní průvlak	34
7.2.11 Vodítko (bovden).....	35
7.2.11 Výlet drátu.....	35
7.2.12 Nastavení svařovacího zdroje.....	35
7.2.12.1 Synergický režim	36
7.2.13 Ochranné kukly s filtry.....	36
7.3 Druhy svaru a polohy svařování	37
7.4 Rozměry zkušebních vzorků	39
7.5 Příprava základního materiálu	39
7.5.1 Návrh přípravy plechu pro FW a BW svary	40
7.5.2 Způsoby zhotovení požadovaného skosení	40
7.5.2.1 Příprava skosení řezání kyslíkem.....	41
7.5.2.2 Příprava skosení frézováním.....	42
7.5.3 Otupení a jeho příprava	42
7.6 Svařování vpřed a vzad	43
7.7 Prostor svařování	43
7.8 Před zahájením svařování	44
7.9 Návary v poloze PA	44
7.10 Návary v poloze PF	45
7.11 Svařování koutových svarů v polohách PB a PF	47
7.11.1 Svařování koutového svaru FW PB	48
7.11.2 Svařování koutového svaru FW PF	50
7.12 Svařování tupých svarů v polohách PA a PF	51
7.12.1 Svařování tupého svaru BW PA.....	53
7.12.2 Svařování tupého svaru BW PF	54
8. DEFORMACE A PNUTÍ.....	56
8.1 Vztah mezi vnitřním pnutím a deformací	56
8.2 Rozdělení a velikost vnitřních pnutí a deformací	56
8.3 Způsoby snižování vnitřních pnutí a deformací	57
9. ZKOUŠKY SVARŮ	59
9.1 Zkoušky nedestruktivní	59
9.1.1 Vizuální kontrola	59
9.1.2 Magnetická prášková metoda	60
9.1.3 Penetrační (kapilární) zkouška.....	60
9.1.4 Metoda ultrazvuková	60
9.1.5 Metoda prozářením	61
9.2 Zkoušky destruktivní	61
9.2.1 Zkouška tahem	61

9.2.2 Zkouška vrubové houževnatosti.....	63
9.2.3 Zkouška tvrdosti.....	63
9.2.4 Zkouška v ohybu.....	64
9.2.5 Zkouška rozlomením.....	64
10. VADY VE SVARECH	65
10.1 Výklad normy ČSN EN ISO 5817	65
10.1.1 Přehled vad ve svarech.....	65
11. PŘEDPISY, NORMY A POSTUPY PRO SVAŘOVÁNÍ	69
11.1 Normalizace ve svařování	69
11.1.1 Označování svarů na výkresech	69
11.1.2 Umístění značek na výkrese	69
11.2 Výklad normy ČSN 05 0705	71
11.2.1 Předmět normy.....	71
11.2.2 Základní kurzy.....	72
11.2.3 Zkoušky.....	72
11.2.4 Posuzování zkoušky v základním kurzu.....	72
11.2.5 Hodnocení praktické zkoušky	73
11.2.6 Opravná zkouška	73
11.2.7 Metoda svařování.....	73
11.2.8 Platnost „Osvědčení o základním kurzu svařování“	73
11.3 Specifikace postupu svařování-WPS.....	73
11.4 Zkušební testy	74
11.4.1 Návrh otázek do zkušebního testu	74
12. ZÁVĚR.....	77

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SEZNAM PŘÍLOH

1. ÚVOD

Technologie svařování kovů má dlouhou historii a vzhledem k možnosti se dále rozvíjet a modernizovat patří v dnešní době mezi vyspělé technologie ve strojírenství. Vznikají nové technologie svařování a následně i postupy přípravy svařování. Používají se moderní svařovací zařízení, nové technologie výroby přídavného materiálu s kombinací se základním materiálem a dokonalé ochranné atmosféry při samotném procesu svařování.

Společně s propracovanou legislativou, řízením jakosti podle ČSN EN ISO řady 9000, také určeným systémem kvalifikací vzdělávání svářečského personálu, se svařování stává nenahraditelnou technologií výroby na celém světě.

Mezi nejnižší stupně kvalifikace ve svařování v České republice patří „zaškolený pracovník“, dalším stupněm je „základní kurz svařování“. Příprava a zkouška pro oba dva stupně se řídí normou ČSN 05 0705.

Základní kurz svařování je v dnešní době dostatečná kvalifikace v zámečnických, opravárenských dílnách, v údržbářském provozu popřípadě v sériové výrobě svařovaných dílů. Svářeč se základním kurzem nesmí provádět takové svarové spoje, kde jsou požadavky na bezpečnost, například různě náročné konstrukce, tlakové nádoby, nebo požadovaná vyšší kvalita svarů.

Dalším stupněm kvalifikace svářeče je zkouška podle EN 287-1/ISO 9606. Tato zkouška je uznávaná v celé Evropské unii. Základní kurz svařování je vhodnou přípravou pro další stupeň kvalifikace svářeče v dané metodě.

Tato bakalářská práce je obsáhlejší, ale cílem této práce je vytvořit jednoduché, přehledné a dostačující učební texty pro teoretickou i praktickou výuku v základním kurzu svařování metodou 135, podle revidované normy ČSN 05 0705.

2. DOPORUČENÁ PŘÍPRAVA

Základní kurzy probíhají ve svářečských školách, které jsou soukromé, nebo zřízené na středních odborných školách, učilištích, popřípadě ve firmách a kterým bylo vystaveno „Osvědčení způsobilosti“ a „Registrační list“. Doba trvání kurzu je pouze doporučena a svářečská škola může výuku časově upravit. U metody 135 je doporučena teoretická příprava podle TP CWS ANB 40 hodin, (hodina teoretické přípravy je 45 minut) a praktická příprava je 104 hodin, (hodina praktické přípravy je 60 minut). Bez svědomité přípravy frekventantů především z řad učňovských oborů, kteří se s řemeslem teprve seznamují, se ukazuje, že tato doporučená doba u některých učňů je nedostatečná k tomu, aby zkoušku řádně složily podle požadavků zmiňované normy.

Tato rešerše je koncipovaná jako jednoduchý a zároveň dostatečný souhrn teoretické přípravy podle okruhu osnov CWS ANB a současně s podrobným zaměřením na praktickou přípravu základního kurzu svařování metodou obloukového svařování tačící se elektrodou v ochranné atmosféře aktivního plynu.

Definice:

- CWS – Czech Welding Society – Česká svářečská společnost,
- ANB – Authorised National Body – Národní autorizovaná osoba,
- TP – Technická pravidla.

Teoretická výuka je prováděna v několika tematických celcích:

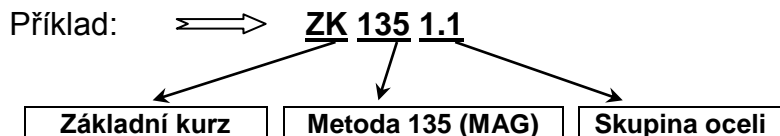
- Nauka o materiálu,
- Charakteristika metody 135,
- Přídavné materiály,
- Základy elektrotechniky,
- Technologie svařování,
- Deformace a pnutí,
- Zkoušky svarů a vady ve svarech,
- Předpisy a normy pro svařování,
- Bezpečnostní ustanovení.

Tyto teoretické znalosti jsou nutné zejména pro praktické zvládnutí procesu svařování. Nedodržení v teorii nabytých zásad vede k nekvalitě svaru. Zkušenost ukazuje, že nedostatečné zvládnutí dané teorie určitým jedincem, má přímý dopad na praktické provádění svařovacího procesu, s přímým důsledkem na kvalitu-jakost svaru.

Základním požadavkem na svářeče je provést svar tak, aby splňoval požadovanou kvalitu-jakost. U základního kurzu to znamená splnit požadavky stupně kvality svaru „C“, podle ČSN EN 5817, s určitými výjimkami. Stupeň „C“ jsou pak záležitosti vad, nebo splnění požadované tolerance jednotlivých vad svaru, kterých se svářeč dopustí. Tento požadavek na jakost se prolíná celou teoretickou i praktickou přípravou účastníka kurzu.

2.1 Označení zkoušky

Označení zkoušky v základním kurzu svařování udává praktické informace, kterou metodou a s jakým svařovacím materiálem může svářeč provést svarový spoj patřící k určité kvalitě-jakosti.



Označování zkoušek prodělalo v minulosti několik změn.

Dřívější označení:

- **ZK 135 W01,**
- **Z – M1.**

Uvedená označení jsou shodné kvalifikace svářeče.

3. NAUKA O MATERIÁLU

- Teoretická část v rozsahu 4 hodin.

3.1 Definice oceli [1]

- **Ocel** - je soustava prvků, u které hmotnostní podíl železa je větší než u kteréhokoliv jiného prvku a která všeobecně vykazuje méně než 2 hm. % uhlíku, přičemž obsahuje i jiné prvky.
Ocel se vyrábí zkuřňováním surového železa, což je spalování uhlíku a nežádoucích prvků P, S, vysokou teplotou – oxidační perioda. Po oxidační periodě následuje desoxidační perioda, při které se odstraní, manganem a křemíkem největší část kyslíku rozpuštěného v roztavené oceli a poté se ocel naleguje. Poslední část rozpuštěného kyslíku a rovněž i dusíku se odstraňuje přísadou hliníku.

3.2 Názvosloví [1]

- **Chemický prvek** – je chemicky čistá látka o určitém atomovém čísle. Každý prvek je podle značky a atomového čísla zařazen do periodické soustavy prvků, např. (Fe – železo),
- **Chemická sloučenina** – je čistá látka složená z chemických prvků, např. (Fe₃C – karbid železa),
- **Složka** – je chemicky definovaná část soustavy (prvek, sloučenina),
- **Směs** – je soustava složená z několika prvků,

- **Slitina** – je soustava složená z několika prvků nebo kovů s nekovy, která vznikne ztuhnutím taveniny těchto kovů nebo kovů s nekovy.

3.3 Vlastnosti kovových materiálů [1]

- **Chemické** – korozivzdornost, žáruvzdornost, odolnost proti kavitaci,
- **Fyzikální** – měrná hmotnost, teplota tání, tepelná roztažnost, tepelná vodivost a měrný elektrický odpor,
- **Mechanické** – tvrdost, houževnatost a tažnost,
- **Technologické** – slévatelnost, tvářitelnost, svařitelnost a obrobitelnost.

3.4 Označování ocelí [10]

Značení ocelí je nezbytné a slouží k zařazení jednotlivých ocelí podle mechanických, fyzikálních a chemických vlastností do specifikovaných tříd, nebo skupin podle dané normy. V označování ocelí záleží, z jaké normy se vychází. Dříve uceleným standardem byla norma ČSN 420002, oceli třídy 10 až 19. V dnešní době se více využívá systém zkráceného značení podle normy ČSN EN 10027-1, nebo systém číselného značení podle ČSN EN 10027-2, případně jiné. V praxi se používají převodní tabulky mezi jednotlivými označeními materiálu.

Ve svařování se používá směrnice TNI CEN ISO/TR 15608. Tato technická směrnice stanovuje jednotný systém zařazení materiálů do skupin pro účely svařování. Zařazení do skupin 1 až 11 vychází z rozboru chemického složení materiálu. U skupin 1 až 3 se dále bere v úvahu i zaručená mez kluzu R_{eH} v $[N/mm^2]$, která je uvedena přímo v označení materiálu podle ČSN EN 10027-1. Zařazení do skupin 4 až 10 vychází z obsahu chemických prvků použitých pro označování slitin. V základních kruzích se nejčastěji používá skupina 1 a podskupina 1.1 ($R_{eH} \leq 275 N/mm^2$), popřípadě 1.2 ($275 N/mm^2 < R_{eH} \leq 360 N/mm^2$). Toto označení materiálu se uvádí přímo u označení zkoušky, kterou svářeč vykonal a slouží k určení rozsahu dané zkoušky.

3.4.1 Rozdělení ocelí podle ČSN EN 10020

Jedná se o rozdělení ocelí podle hlavních skupin jakosti, které jsou následující.

1. Nelegované:

- Jakostní,
- Ušlechtilé.

2. Korozivzdorné

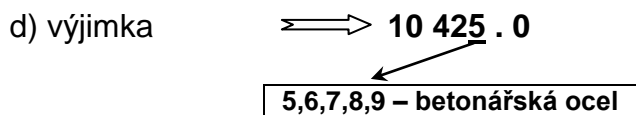
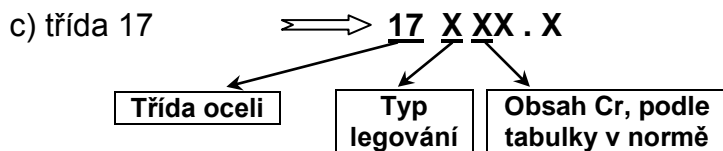
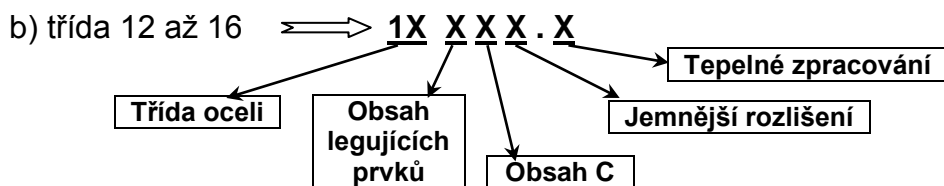
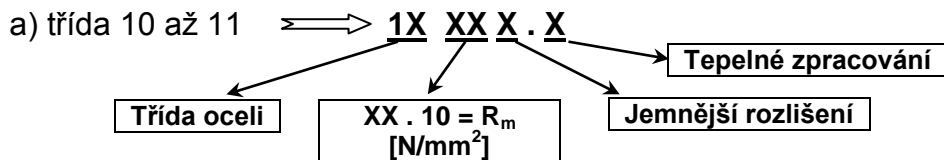
3. Ostatní legované:

- Jakostní,
- Ušlechtilé.

3.4.2 Značení podle ČSN 420002, čl. 4

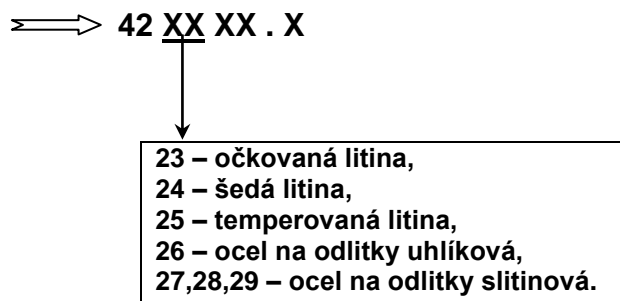
1. Značení ocelí tvářených

- Oceli tříd vhodných pro svařování.



2. Značení litých materiálů

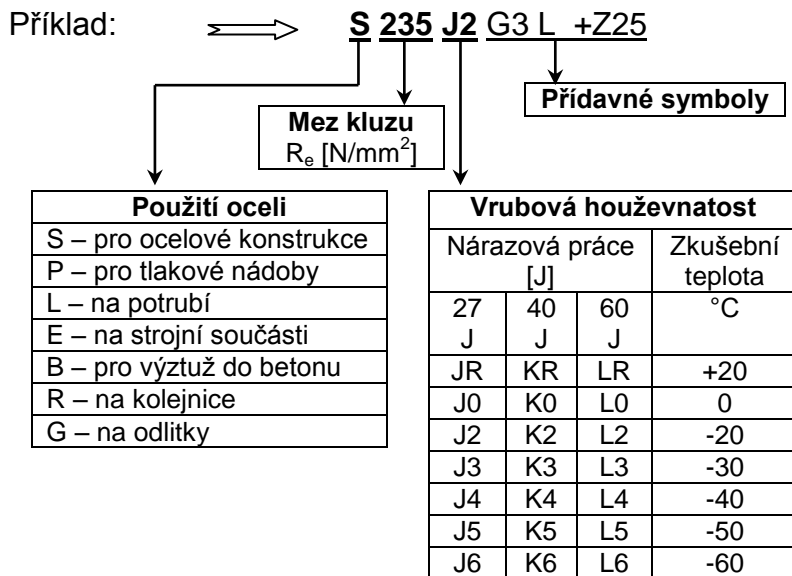
- Jedná se o litiny a oceli na odlitky.



3.4.3 Značení podle ČSN EN 10027-1

- Systém označování ocelí.

Označení podle této normy se stále více používá, neboť vyjadřuje pomocí písmen a číslic základní nezbytné údaje, které potřebuje znát prodejce a následně zákazník. Příklad označení oceli níže uvedený platí pro konstrukční oceli „S“, u ocelí „P, L, E, B, R, G“, můžou mít symboly užitý ve značce jiný význam.

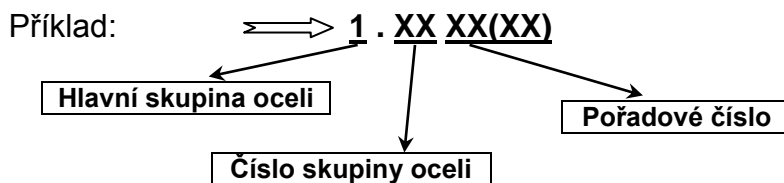


Tento systém je také označován jako „Systém zkráceného označování“, kde se uvádí pouze hlavní symboly například S 235 J2.

3.4.4 Značení podle ČSN EN 10027-2

- Systém číselného označení.

Podle této normy se oceli označují čísly, která jsou doplňkem k označení ocelí podle ČSN EN10027-1.



3.5 Svařitelnost ocelí [1]

Cílem této kapitoly je odpověď na otázku „Podle čeho poznám svařitelnou ocel“.

Svařitelnost je komplexní schopnost materiálu vytvořit svarové spojení s vlastnostmi stejnými, nebo podobnými jako základní svařovaný materiál.

Uhlíkové oceli jsou vhodné pro svařování, je-li obsah uhlíku do 0,22 hm. %. Svařitelnost nízkolegovaných ocelí kromě uhlíku ovlivňují i legující prvky (Cr, Mo, V, Ni), které zvyšují jejich kalitelnost a prokalitelnost. Svařitelnost se hodnotí podle uhlíkového ekvivalentu, který má být menší nebo roven 0,45. Je-li vyšší, doporučuje se předehřev 100 až 150°C, popřípadě i vyšší. Přídavný materiál se volí stejných nebo obdobných vlastností jako základní materiál.

Vzorec pro výpočet uhlíkového ekvivalentu, složený z jednotlivých prvků:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad [\%] \quad (3.1)$$

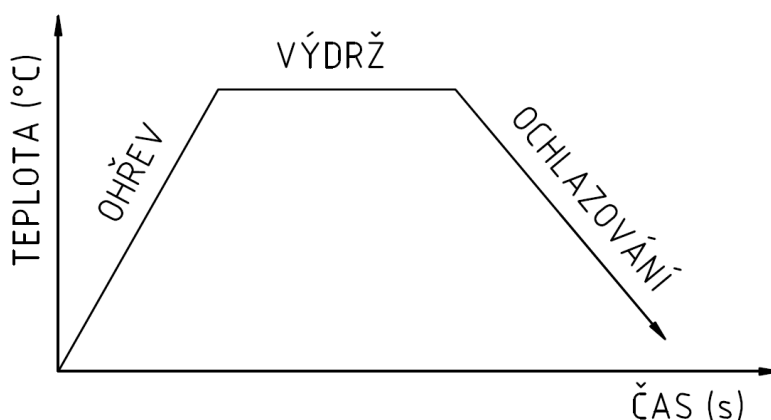
V praxi lze přibližně určit, zda je materiál svařitelný broušením. Když, odlétávající jiskry jsou delší a zbarvené do oranžové až červené barvy je materiál svařitelný. Pokud mají malý kulatý tvar jasně svítící žluté barvy, připomínající prskavku, je materiál obtížně svařitelný, nebo nesvařitelný.

3.6 Tepelné zpracování [1]

Účelem tepelného zpracování ocelí před svařováním je, vytvořit optimální stav oceli pro svařování. Tepelným zpracováním lze zajistit požadované mechanické, fyzikální, chemické a technologické vlastnosti, které zvyšují odolnost oceli v požadovaném směru.

Tepelné zpracování lze rozdělit:

- S překrystalizací,
- Bez překrystalizace.



Obr. 1 Obecný diagram tepelného zpracování.

3.6.1 Normalizační žíhání [1]

Tepelné zpracování s překrytalizací, spočívá ve vytvoření jemnozrnné struktury, odstranění nerovnoměrnosti ve velikosti zrn. Teplota ohřevu 930 až 950°C, celý výrobek ochlazován na vzduchu.

3.6.2 Žíhání ke snížení vnitřních pnutí [1]

Žíhání bez překrytalizace ke snížení pnutí po svařování. Provádí se u konstrukcí větších a složitějších tvarů. Teplota 620 až 650°C, vzdálenost žíhání 3 až 5 šířek svaru na každou stranu, při místním (lokálním) žíhání. Pomalé ochlazování v zábalu, do teploty 200°C a poté se ochlazuje na vzduchu.

3.6.3 Kalení [1]

Kalení se provádí za účelem zvýšení tvrdosti materiálu, následně vzniká struktura martenzit. Teplota kalení je přibližně 900°C. Kalení probíhá rychlým ochlazením z kalící teploty do vody, do oleje, popřípadě se provádí na vzduchu. Podmínkou kalení je přítomnost uhlíku nad 0,35%. Materiál po kalení výrazně ztrácí houževnatost.

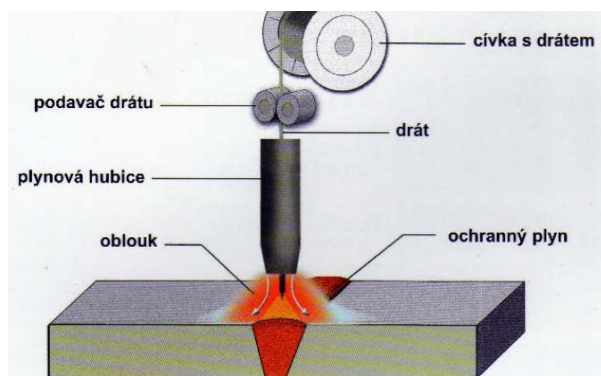
4. CHARAKTERISTIKA METODY 135

- Teoretická část v rozsahu 1 hodiny.

Princip MAG/MIG

Metoda 135 je současně označována jako svařování MAG (Metall-Aktiv-Gas), je to obloukové svařování v ochranném plynu, kdy elektroda se taví pod ochranou přiváděného aktivního plynu (CO_2), nebo směsného plynu, který se aktivně účastní procesů v elektrickém oblouku, obr. 2.

Svařování MIG (Metall-Inert-Gas), je to obloukové svařování v ochranném plynu, kdy elektroda se taví pod ochranou inertního (netečného) plynu (Ar, He), který se neúčastní procesů v elektrickém oblouku. Tato metoda je označována 131, proto nesmí být spojována s metodou 135 a svářeč musí absolvovat pro tuto metodu samostatný základní kurz.



Obr. 2 Princip svařování metodou 135 / 131, (MAG) / (MIG). [8]

5. PŘÍDAVNÉ MATERIÁLY

- Teoretická část v rozsahu 4 hodin.

5.1 Charakteristika přídatného materiálu

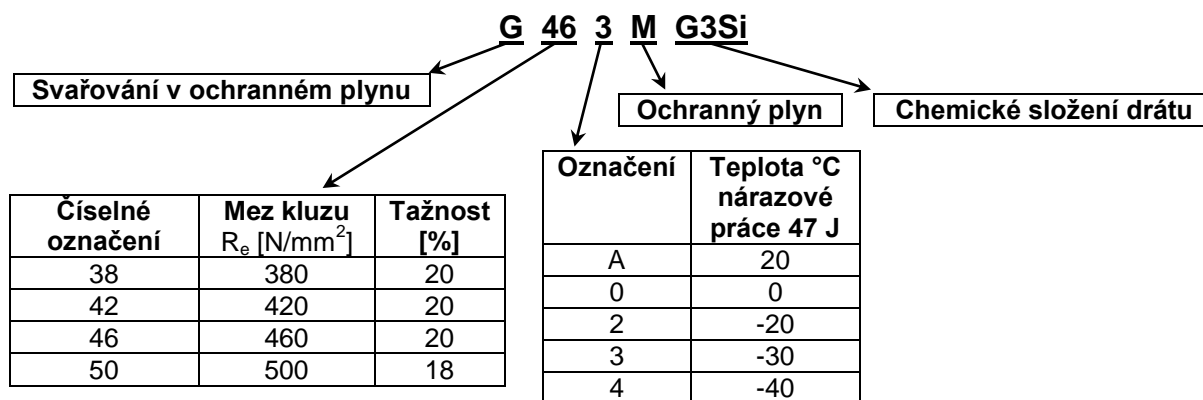
Přídatným materiálem u metody 135 je drát (elektroda), popřípadě trubička plněná metalickým práškem. Drátové elektrody se vyrábějí v rozměrech \varnothing 0,6; \varnothing 0,8; \varnothing 1,0; \varnothing 1,2; \varnothing 1,6; \varnothing 2,4 mm. Dodávají se v cívkách o hmotnosti 5 kg, 15 kg, 18 kg pro ruční svařování, nebo ve velkoobjemovém balení 250 kg pro robotizované svařování. Povrch drátu je chráněn proti korozi měděným povlakem, který zlepšuje také přenos proudu z průvlastku (špičky) na konci hořáku na samotný drát (elektrodu). Trubičkové elektrody se oproti plnému drátu podstatně méně používají. Roztřídění je uvedeno v normě ČSN EN ISO 17632.

5.2 Značení přídatného drátu

Výrobci přídatných materiálů musí uvádět na každém balení označení přídatného materiálu. Dráty jsou podle normy ČSN EN ISO 14341, pro nelegované a jemnozrné oceli. Výrobci také uvádějí své vlastní obchodní označení.

Příklad:

- Podle ČSN EN ISO 14341



Podle výrobce ESAB VAMBERK, s.r.o., je označení tohoto přídatného materiálu „OK AUTROD 12.51“.[4]

5.3 Ochranné plyny

Ochranné plyny mají za úkol zamezit přístupu vzduchu do oblasti svařování. Ochranný plyn pro svařování metodou 135 (MAG) se nejčastěji používá oxid uhličitý (CO₂), zkvalifikovaný v tlakové láhvi s vnitřním přetlakem do 6 MPa. Použití ochranného plynu má vliv na tvar, závar, rozstřík, rychlost svařování, kvalitu a vlastnosti svarového spoje. V dnešní době výrobci nabízejí směsné plyny, dvousložkové směsi CO₂ + Ar, tříložkové směsi CO₂ + Ar + O₂ (CORGON), čtyřsložkové směsi CO₂ + Ar + O₂ + He.

5.3.1 Značení ochranných plynů

Označování ochranných plynů pro svařování se řídí podle normy ČSN EN ISO 14175. Vlastnosti plynů jsou rozděleny do skupin, podle písmen, která mohou být doplněna čísly pro jemnější rozdělení podle procentuálního objemu plynu v dané skupině.

Rozdělení do skupin:

- **M** – oxidační plyny Ar + CO₂, Ar + CO₂ + O₂, Ar + CO₂ + He + O₂,
- **C** – vysoce oxidační CO₂, CO₂ + O₂,
- **R** – redukční plyny Ar + H₂, N₂ + H₂,
- **I** – inertní plyny Ar, He, Ar + He,
- **F** – nereagující plyny N.

Pro svařování metodou 135 (MAG) se používají plyny skupiny M a C.

5.3.2 Značení lahví na ochranné plyny

Hlavním znakem rozdělení lahví ochranných plynů je barevné značení. Barevné značení v minulosti prošlo několika změnami, proto se v přechodném období používalo na lahvích značení písmenem „N“, na horní části lahve v pruhu jiné barvy než převládající základní nátěr. V dnešní době jsou lahve značeny novým barevným nátěrem, bez písmena „N“, které charakterizovalo daný přechod značení. Další identifikace je při výrobě vyražena v horní části lahve a zároveň výrobci, plnárny plynu umísťují štítek v zúžené části lahve. Lahve se také od sebe liší připojením redukčního ventilu na lahvový ventil, například CO₂ se připojí závitem G – 3/4“ pravým, Ar se připojí závitěm W 21,8 pravým.

Při výrobě lahví je v zúžené části lahve vyraženo:

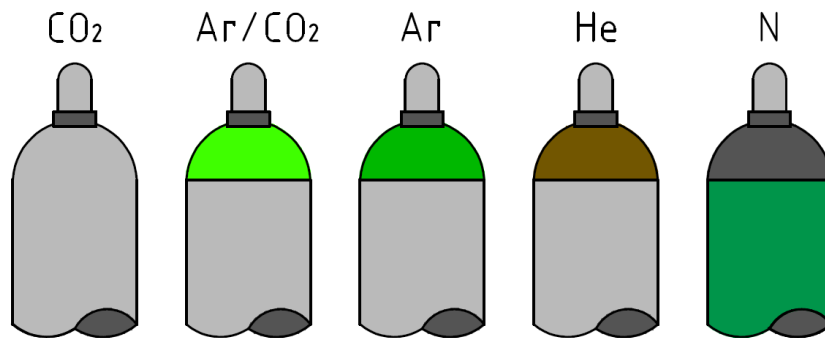
- Druh plynu,
- Zkušební přetlak,
- Datum výroby,
- Poslední kontrola,
- Výrobní číslo lahve.

Výrobci, plnárny umísťují v zúžené části lahve štítek, který obsahuje:

- Bezpečnostní pokyny,
- Název, adresa a telefonní číslo výrobce,
- Bezpečnostní značky,
- Složení plynu, směsi,
- Název a popis plynu,
- Označení výrobku výrobcem,
- Upozornění výrobce.

Popis barevného značení:

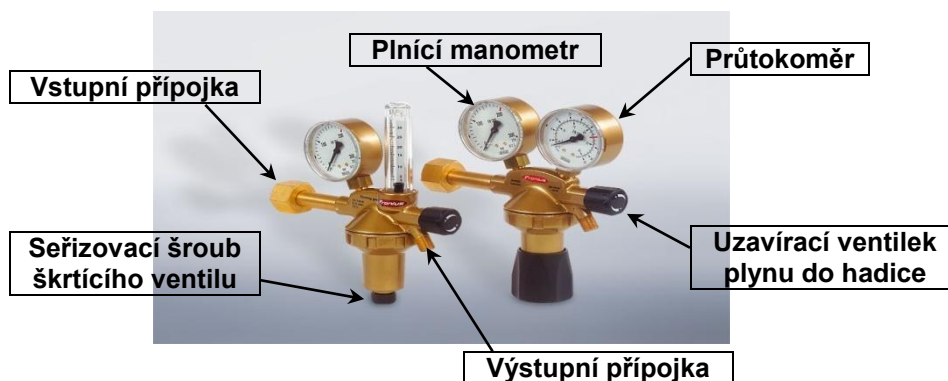
- Oxid uhličitý – CO₂, láhev je celá šedá,
- Směs, argon / oxid uhličitý – Ar / CO₂, šedá láhev s jasně zeleným pruhem,
- Argon – Ar, šedá láhev s tmavě zeleným pruhem,
- Hélium – He, šedá láhev s hnědým pruhem,
- Dusík – N, zelená láhev s černým pruhem.



Obr. 3 Barevné značení ochranných plynů pro MAG / MIG svařování.

5.4 Redukční ventily

Redukční ventily slouží ke snížení plnicího tlaku na tlak pracovní. K lahvovému ventilu se připojují typizovaným šroubením (kontrola těsnění). Lahvové ventily se otevírají maximálně o dvě otáčky z důvodu rychlého zastavení. Redukční ventily se skládají z části vysokotlaké a části nízkotlaké. Vysokotlaká část je vstup z lahve do redukčního ventilu, plnicího manometru a škrťícího ventilu. Nízkotlaká část je od škrťícího ventilu, průtokoměru (pracovního manometru), spojovací hadice a svářecího zdroje. Redukční ventily pro aktivní plyn CO₂, bývají někdy vybaveny elektrickým ohříváčem, který je připojen do svářecího zdroje a při zapnutí svářecího zdroje je zapnut také elektrický ohříváč, proti zamrznání redukčního ventilu odebíraným plynem.



Obr. 4 Redukční ventily. Vlevo s trubičkovým průtokoměrem, vpravo s průtokovým manometrem. [5]

Redukční ventily se seřizují šroubem škrtícího ventilu na průtok plynu u CO₂ 12 až 17 l/min, (vnitřní prostředí). Při svařování ve venkovním prostředí se průtok plynu musí zvýšit (vliv povětrnostních podmínek). Otáčení směrem doprava seřizovacího šroubu se průtok plynu zvyšuje, při velkém odběru hrozí zamrzání redukčního ventilu a rostou náklady na svařování. Při malém průtoku plynu začnou vlivem nedokonalé ochranné atmosféry vznikat póry ve svaru, které jsou nežádoucí.

Rozmrazování redukčních ventilů lze horkou vodou, nebo vzduchem do teploty 200°, ovšem prudké změny teplot vedou ke snížení životnosti redukčního ventilu a proto je lepší zvolit takové podmínky, aby k zamrzání nedocházelo (elektrický ohříváč, směsné plyny, správný průtok, přestávky).

Někteří výrobci tlakových lahví začali integrovat redukční ventily přímo na lahve společně s obsahovým manometrem. Další možností jsou rychlospojky s daným průtokem plynu v litrech za minutu.

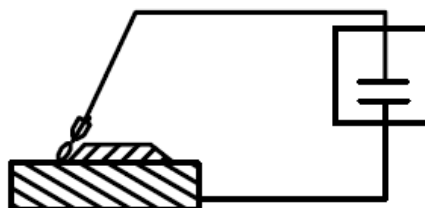
6. ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY

- Teoretická část v rozsahu 6 hodin.

6.1 Základní veličiny [1]

- **I – Elektrický proud**, jednotka 1 ampér [A]. Je tok elektricky nabitých částic vodičem. Částice s elektrickým nábojem jsou především záporně nabité elektrony nebo neúplné atomy, takzvané kladné nebo záporné ionty,
- **Q – Elektrický náboj**, jednotka 1 coulomb [C]. Je množství elektricky nabitých částic v tělese, jeden coulomb se rovná jedné ampérsekundě,
- **U – Elektrické napětí**, jednotka 1 volt [V]. Je to rozdíl potenciálů. Jednotka napětí (1V) je odvozená z definice napětí, při rozdílu potenciálů jeden volt se při přemístění náboje jeden coulomb vykoná práce jeden joule,
- **R – Elektrický odpor**, jednotka 1 ohm [Ω]. Je fyzikální vlastnost materiálu a znamená, že rezistorem o odporu jeden ohm při vnějším napětí jeden volt teče proud jeden ampér.

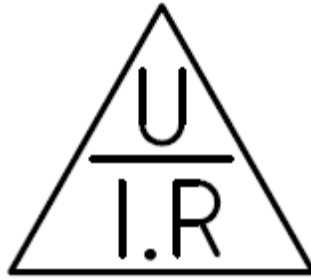
V uzavřeném elektrickém obvodu platí Ohmův zákon, který vyjadřuje závislost mezi základními elektrickými veličinami, napětím, proudem a odporem. Jednoduchý elektrický obvod je například svařovací obvod, složený ze svařovacího zdroje, svařovacích vodičů a uzavřen přes elektrický oblouk, obr. 5. Ohmův zákon je vyjádřen matematickým vztahem, který lze odvodit z obr. 6. Zakrytím potřebné veličiny (jedna strana rovnice) se ukáže vztah na druhé straně rovnice.



Obr. 5 Elektrický a zároveň svařovací obvod.

Ohmův zákon:

- $U = I \cdot R$ [V],
- $I = U / R$ [A],
- $R = U / I$ [Ω].



Obr. 6 Pomocný trojúhelník k určení vztahu Ohmova zákona.

6.2 Rozdělení proudu

- **Střídavý proud**, zkratka „AC“. Mění polaritu při určité frekvenci. Je to proud, který se používá v zásuvkách domácností. Ve svařování je pomocí transformátoru dosaženo vlastností pro samotné svařování.
- **Stejnoseměrný proud**, zkratka „DC“. Nemění polaritu, je to proud tekoucí jedním směrem, používá se například v automobilech a elektronice. Ve svařování je nejrozšířenější, vzniká usměrněním střídavého proudu, vložením usměrňovače za transformátor. Nazývá se usměrněný proud a je to jeden z více průběhů stejnosměrného proudu.

6.3 Zdroje svařovacího proudu [1]

Na zdroje proudu pro obloukové způsoby svařování se vztahuje norma ČSN EN 60974-1, „Zařízení pro obloukové způsoby svařování“, zdroje pro profesionální užití. Zdroje musí být schopné spolehlivě pracovat při teplotě okolního vzduchu -10°C až $+40^{\circ}\text{C}$ a při relativní vlhkosti vzduchu do 50 % při teplotě $+40^{\circ}\text{C}$ a maximálně 90 % vlhkosti při teplotě $+20^{\circ}\text{C}$, v nadmořské výšce do 1000 m.

Stupeň ochrany krytem minimálně IP21 pro práci v suchých prostorách, nebo IP23 pro práci ve venkovních prostorách, popřípadě IP44 v prostorách se zvýšeným nebezpečím úrazu elektrickým proudem, zdroje musí mít výkonnostní rámeček se symbolem „S“. Na každém zdroji svařovacího proudu musí být viditelně umístěn výkonnostní štítek, na kterém jsou údaje o druhu zdroje, napájecí hodnoty, napětí na prázdko, rozsah pracovního napětí, rozsah pracovních proudů s uvedeným pracovním cyklem (zatěžovatelem).

Pracovní cyklus – zatěžovatel:

- Udává se v procentech z intervalu 10 minut, např. „1000A 60%“ značí, že proud 1000A smí být odebírán maximálně po dobu 6 minut a 4 minuty musí být zdroj bez odběru, aby vychladl.

Rozdělení zdrojů podle druhu proudu.

- **Střídavé zdroje** – transformátory,
- **Stejnoseměrné zdroje** – dynamy, usměrňovače, invertory.

Rozdělení zdrojů podle konstrukce:

- **Nerotační zdroje** – nejpoužívanější zdroje. Pro střídavý proud (transformátor) a pro stejnosměrný proud (transformátor + usměrňovač, invertor). Většinou jsou vybaveny malým elektromotorem s chladícím větráčkem a proto nespojit s rotačními zdroji,
- **Rotační zdroje** – v dnešní době se používají velmi málo. Využití mají jako například mobilní svařovací zdroje doplněné dieselovým motorem, pro svařování v místech kde není elektrický proud. Hlavní částí je dynamo, které vyrábí stejnosměrný proud. Výhodou jsou dobré svařovací parametry, ale nevýhodou je neekonomičnost a hlučnost.

Pod názvem invertor může být označen měnič, nebo střídač. Jedná se o elektronické zdroje, také pro svařování metodami 111 (ruční obloukové svařování obalenou elektrodou) a 141 (obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu). Tyto zdroje se vyznačují především nízkou hmotností, univerzálností a použitelností v náročných podmínkách (stavby, údržba).

Pro svařování metodou 135 (MAG), se používají nerotační zdroje usměrněného stejnosměrného proudu, usměrňovače, obr. 7.



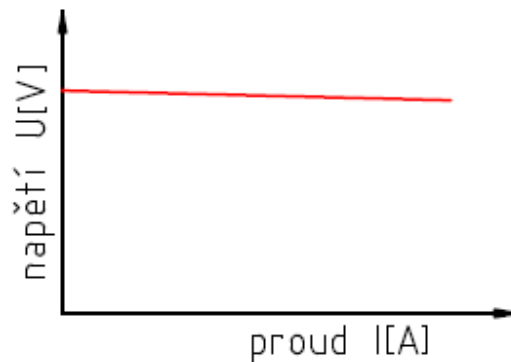
Obr. 7 Svařovací zdroj MAG/MIG, Fronius Vario Star 2500. [5]

6.4 Statické charakteristiky [1]

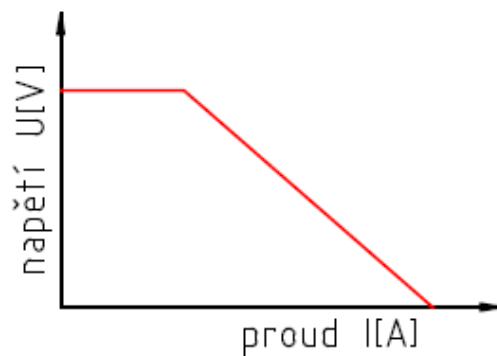
Statická charakteristika zdroje vyjadřuje závislost svorkového napětí na velikosti odebíraného proudu. Rozeznáváme tři základní typy statických charakteristik:

- **Charakteristika s konstantním napětím** – plochá. Vhodná pro mechanizované způsoby svařování. Charakteristická pro metodu 135/131, obr. 8,
- **Charakteristika s konstantním výkonem** – mírně klesající, obr. 9,
- **Charakteristika s konstantním proudem** – strmá. Charakteristická pro metodu 111 (ruční obloukové svařování obalenou elektrodou), obr. 10.

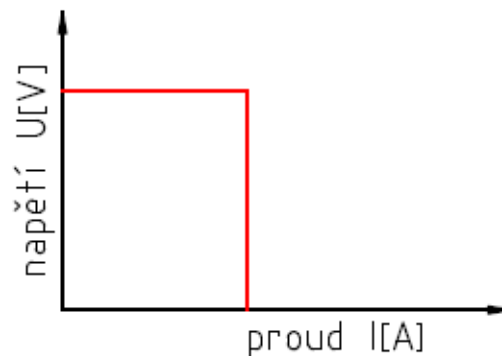
Svorkové napětí je měřeno na svorkách svařovacího zdroje.



Obr. 8 Charakteristika s konstantním napětím.



Obr. 9 Charakteristika s konstantním výkonem.



Obr. 10 Charakteristika s konstantním proudem.

Svorkové napětí je měřeno na svorkách svařovacího zdroje.

6.5 Regulace podle změny proudu [1]

- Regulace (samoregulace) se používá pro metody 135/131 (MAG/MIG) a pro svařování pod tavidlem drátovou elektrodou o průměru méně než 2,5 mm. Regulace pracuje za určitých podmínek, rychlost podávání elektrody (drátu) je konstantní, při zkráceném oblouku se sníží odpor a tím dojde ke zvýšení proudu, při konstantním napětí a způsobí se zvětšení přiváděného výkonu do oblouku. Následně se zvýší odtavovací rychlost drátu, dojde k prodloužení oblouku, zvýšení odporu a snížení proudu na výchozí hodnotu. Regulace je nejúčinnější s charakteristikou s konstantním napětím.

6.6 Elektrický oblouk [2]

Elektrický oblouk využitelný ve svařování je nízkonapěťový elektrický vysokotlaký výboj, který hoří v prostředí ionizovaného plynu. Stabilně hoří za předpokladu napětí dostatečného pro ionizaci daného prostředí a proudu udržujícího plazma oblouku v ionizovaném stavu.

Charakteristické znaky oblouku jsou:

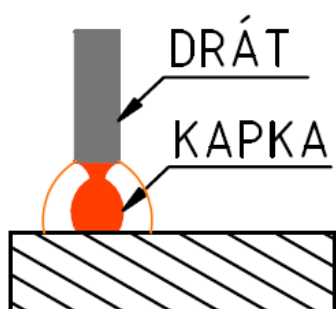
- Malý anodový úbytek napětí,
- Malý potenciální rozdíl na elektrodách,
- Proud řádově ampéry, až tisíce ampér,
- Velká proudová hustota katodové skvrny,
- Intenzivní vyzařování světelného záření z elektrod i sloupce oblouku,
- Intenzivní vyzařování UV záření.

6.7 Přenos kovu v elektrickém oblouku

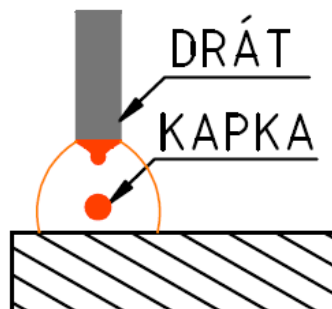
Způsoby přenosu kovu v elektrickém oblouku záleží především na velikosti svařovacích parametrů, ochranném plynu, svařovaném materiálu, poloze svařování a zvolené polaritě. U svařování metodou 135 je nejpoužívanější přenos kovu zkratový.

Základní přenosy kovu:

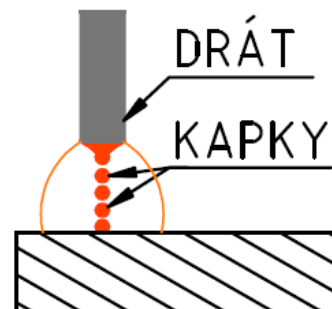
- **Zkratový přenos** – napětí 14 V až 22 V. Použitelný u metod MAG/MIG, pro tenké plechy, kořenové části svaru a v polohách. Nevýhodou je značný rozstřík kovu. Tento přenos kovu je nejpoužívanější, charakter povrchu, průvar obr. 11,
- **Impulsní přenos** – napětí 25 V až 35 V. Při použití směsných plynů skupiny M, je vhodný pro metodu MAG, pro svařování silnějších plechů. Dlouhý oblouk, přenos formou velkých kapek obr. 12,
- **Sprchový přenos** – napětí 30 V až 40 V. Nelze použít v ochranném plynu CO₂ u metody MAG. Vysoká proudová hustota a tepelný příkon, využitelný u metody MIG. Přenos kovu je formou malých kapek, charakter povrchu, průvar obr. 13.



Obr. 11 Zkratový přenos.



Obr. 12 Impulsní přenos.



Obr. 13 Sprchový přenos.

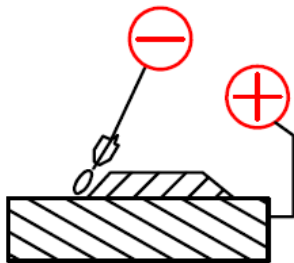
6.8 Polarita při svařování

Polaritou při svařování se rozumí zapojení kladného, nebo záporného pólu na elektrodu a tímto zapojením jsou dvě varianty.

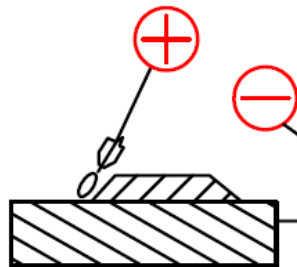
Varianty zapojení polarity:

- **Přímá polarita** – elektroda je zapojena k zápornému pólu svařovacího zdroje a základní svařovaný materiál k pólu kladnému, obr. 14,
- **Nepřímá polarita** – elektroda je zapojena ke kladnému pólu svařovacího zdroje a základní svařovaný materiál k pólu zápornému, obr. 15.

Zapojení polarity určuje svařovací zdroj, přídatný materiál, základní materiál, metoda svařování, popřípadě poloha svařování. Při svařování metodou 135 (MAG) se nejčastěji používá polarita nepřímá. Na zvolené polaritě závisí také jakost svarového spoje. Pokud svařuje na jedné vodivé konstrukci více svařovacích zdrojů, musí mít všechny zdroje stejnou polaritu.



Obr. 14 Polarita přímá.



Obr. 15 Polarita nepřímá.

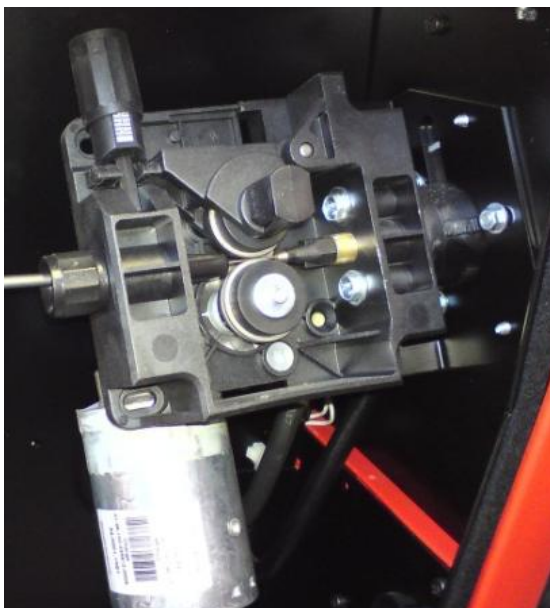
6.9 Magnetické foukání oblouku

Foukání oblouku je nežádoucí jev, který je způsoben vlivem magnetických polí, magnetické síly vychylují elektrický oblouk. Svařování je tímto působením obtížné, svarový spoj ztrácí kvalitu. Možnosti, kterými lze foukání odstranit je například změna polohy zemnicí svařovací svorky, zvýšení svařovacích parametrů, nebo změna sklonu vedení elektrody.

6.10 Podávací zařízení

Podavače zajišťují rovnoměrný pohyb elektrody (drátu), do svarové lázně v elektrickém oblouku. Základní částí je elektromotor s vhodným převodem a schopností plynule měnit otáčky, podle nastavení a potřeb svářeče. Pohyb elektrody (drátu) zajišťují minimálně dvě kladky, z nichž jedna je hnací (od motoru) a druhá je hnaná (přítlačná), popřípadě mohou být také kladky rovnací. Kvalitní svařovací zdroje, nebo které mají svařovací kabel s hořákem delší jak čtyři metry, jsou vybaveny čtyřkladkovým zařízením. Kladky jsou označeny čísly, která odpovídají průměru drátu, na který mohou být použity. Dalším prvkem jsou rovnací a zaváděcí průvlastky, napínací šroub se stupnicí, který přes pružinu a páku svírá k sobě hnací a hnanou kladku, obr. 16. Pokud se přežene dotáhnutí šroubu, hrozí deformace drátu. Pro del-

ší vedení svařovacího drátu se proti prokluzu a deformaci svařovacího drátu používají kladky rýhované, viditelný rozdíl mezi těmito kladkami je uveden na obr. 17.



Obr. 16 Podavač drátu a jeho popis.



Obr. 17 Kladky podávacího zařízení, vlevo hladká, vpravo rýhovaná. [4]

7. TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ

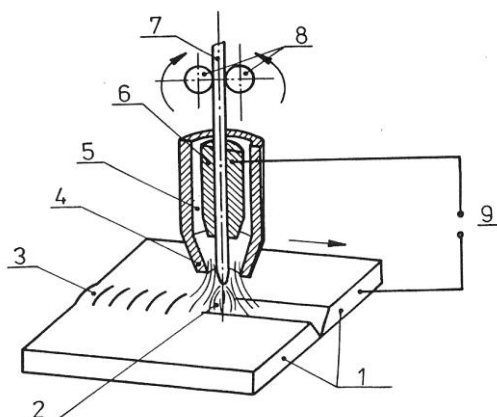
- Teoretická část v rozsahu 11 hodin,
- Praktická část je současně realizována v rozsahu 104 hodin.

Technologie svařování se v této práci opírá o zdroje svařovacích proudů, prostředky, materiály a vybavení nejčastěji používané ve svářecích školách. Pro získání představy o svařování je vhodné před samotným svařováním shlédnout vhodné videoprogramy o svařování metodami MAG/MIG a bezpečnost práce při svařování podle norm ČSN 05 0600, ČSN 05 0601, ČSN 05 0630. Některé svářecí školy jsou již vybaveny moderními svářecími trenažéry, které pomáhají frekventantům v začátcích.

7.1 Princip metody 135 (MAG) [3]

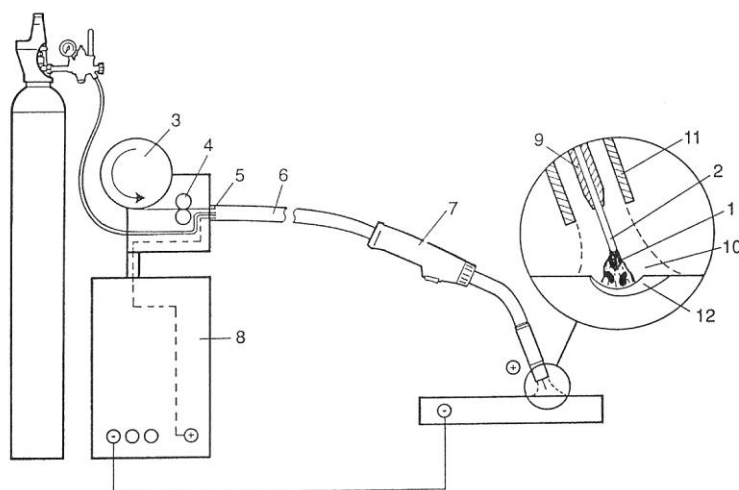
Svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu MAG patří vedle svařování obalenou elektrodou v celosvětovém měřítku k nejrozšířenějším metodám pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí.

Svařování metodou MAG je založeno na hoření oblouku mezi tavící se elektrodou ve formě drátu a základním materiálem v ochranné atmosféře aktivního plynu. Napájení drátu elektrickým proudem je zajištěno třecím kontaktem v ústí hořáku tak, aby elektricky zatížená délka drátu byla co nejkratší. Proudová hustota je u svařování MAG nejvyšší ze všech obloukových metod a dosahuje až $600 \text{ A}\cdot\text{mm}^{-2}$. Svařovací proudy se pohybují od 30 A u svařování tenkých plechů drátem o průměru 0,6 – 0,8 mm, až do 800 A u vysokovýkonných mechanizovaných metod. Charakter přenosu kovu obloukem závisí na parametrech svařování a ochranném plynu, přičemž běžný je zkratový pro tenké plechy a sprchový pro větší tloušťky plechů. U vysokých proudů se mění charakter přenosu kovu obloukem a vlivem elektromagnetických sil se dosahuje rotujícího oblouku. Teplota kapek se při MAG svařování pohybuje v rozmezí 1700 až 2500 °C a teplota tavné lázně se v závislosti na technologii, parametrech svařování, chemickém složení a vlastnostech materiálu pohybuje mezi 1600 až 2100 °C. Základní princip svařování je uveden na obr. 18. Základní schéma svařovacího zařízení je uvedeno na obr. 19.



Obr. 18 Základní princip svařování MAG/MIG. [3]

1 – svařovaný materiál, 2 – elektrický oblouk, 3 – svar, 4 – plynová hubice, 5 – ochranný plyn, 6 – kontaktní průvlek (špička), 7 – přídavný drát, 8 – podávací kladky, 9 – zdroj proudu.



Obr. 19 Základní schéma svařovacího zařízení MAG/MIG. [3]

1 – elektrický oblouk, 2 – drátová elektroda, 3 – zásobník drátu, 4 – podávací kladky, 5 – rychloupínací spojka, 6 – hořákový kabel, 7 – svařovací hořák, 8 – zdroj svařovacího proudu, 9 – kontaktní svařovací průvlek, 10 – ochranný plyn, 11 – plynová tryska, 12 – svarová lázeň.

7.2 Volba svařovacích zdrojů a parametrů

7.2.1 Svařovací zdroje

Mnoho výrobců na trhu představuje širokou řadu svařovacích zdrojů od levných pro kutily až po dražší k profesionálnímu použití. Většina velkých výrobců svařovací techniky jsou po stránce kvality konkurenčně schopní, výběr především ovlivňuje cenová nabídka.

Svařovací zdroje ve svářečských školách by měli být z kategorie profesionálních svařovacích zdrojů s maximálním proudem nad 200 A. Prezentovat technologii svařování v této práci bude svařovací zdroj Fronius Vario Star 2500, obr. 7, od firmy Fronius, s.r.o., který je dostatečný pro absolvování základního kurzu svařování metodou 135.

7.2.2 Polarita, druh svařovacího proudu a přenos kovu

Svařovací zdroj musí být zapojen na nepřímou polaritu, obr. 15. Pro svařování metodou 135 (MAG) se používá stejnosměrný proud. V základním kurzu svařování se používá zkratový přenos kovu v elektrickém oblouku podle obr. 11.

7.2.3 Přídavný materiál

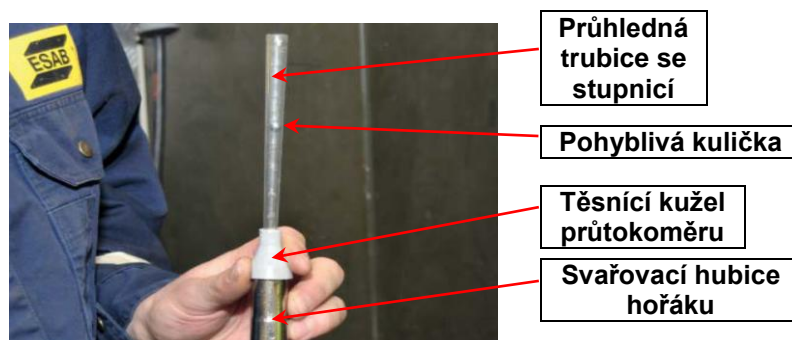
Podle použitého základního materiálu je provedena volba přídavného materiálu, v tomto případě je vhodným přídavným materiálem OK AUTROD 12.51, od výrobce ESAB VAMBERK, s.r.o., o průměru 1 mm a hmotnosti cívky 18 kg. Drát je chráněn měděným povlakem, proti korozi a lepšímu přenosu proudu v kontaktním průvleku (špičce).

7.2.4 Druh a množství ochranného plynu

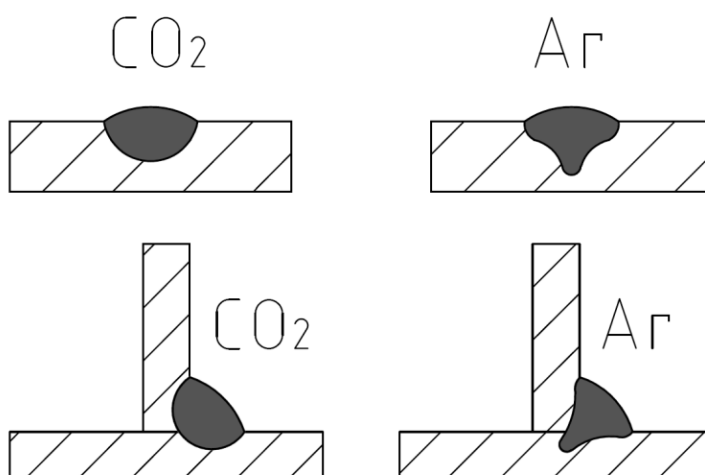
Používá se aktivní plyn CO_2 (99%), patřící do skupiny C, označení dle ISO 14175:C1. Vliv aktivního a inertního plynu na tvar svarové housenky je uveden na obr. 21. Průtok plynu se nastavuje v určitém rozmezí a především záleží na svařovacích parametrech, prostředí a průměru drátu. Doporučený průtok plynu pro zvolený drát udává výrobce 16 l/min, podle tab. 1. Správnost průtoku plynu lze provést přiložením kontrolního průtokoměru k hubici svařovacího hořáku ve svislém směru, při vypnutí posuvu drátu a zmáčknutí tlačítka na hořáku zobrazí pohyblivá kulička na stupnici skutečný průtok plynu v l/min, obr. 20.

Ø d (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Výtěžnost svar. kovu g/100g drátu	Spotřeba plynu (l/min)	Rychlost podávání (m/min)	Výkon svařování (kg/h)
0,6	30 - 100	15 - 20	95	12	5,5 - 13,0	0,7 - 1,7
0,8	60 - 200	18 - 24	95	14	3,2 - 13,0	0,8 - 3,0
1,0	80 - 300	18 - 32	96	16	2,7 - 15,0	1,0 - 5,6
1,2	120 - 380	18 - 34	97	18	2,5 - 15,0	1,3 - 8,0
1,6	225 - 550	28 - 38	98	20	2,3 - 12,0	2,1 - 11,4

Tab. 1 Svařovací parametry a orientační výkonové hodnoty.[4]



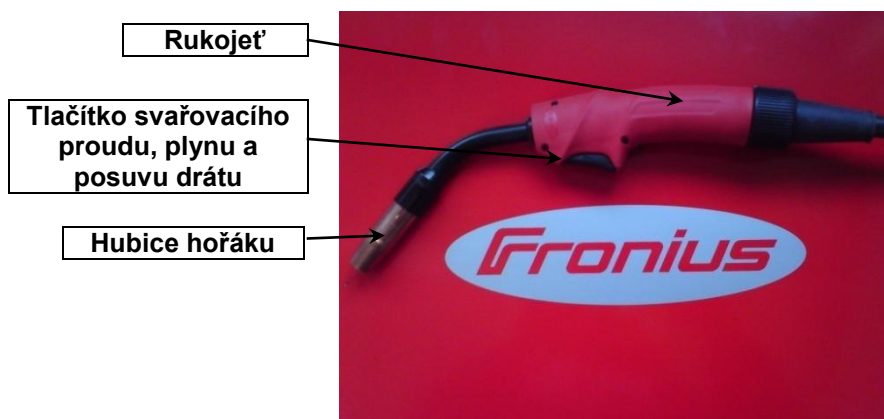
Obr. 20 Průtokoměr, kontrola průtoku plynu.[4]



Obr. 21 Vliv ochranného plynu na tvar svarové housenky.

7.2.5 Svařovací hořáky [2]

Svařovací hořáky pro svařování MAG zajišťují přívod drátu do místa svařování, jeho napájení elektrickým proudem a laminární proudění ochranného plynu kolem přídavného drátu. Pro nízké příkony jsou hořáky chlazené procházejícím ochranným plynem a u vyšších výkonů se používá nucené chlazení proudící kapalinou (destilovanou vodou) v uzavřeném chladicím okruhu. Na trh přicházejí také hořáky, které odsávají škodliviny vznikající v oblasti svařování. Spouštění svařovacího proudu se ovládá spínačem na rukojeti a řada moderních zdrojů má na rukojeti umístěno také plynulé ovládání intenzity svařovacího proudu pomocí potenciometru nebo tlačítkem. Standardní plynem chlazený svařovací hořák je na obr. 22.



Obr. 22 Svařovací hořák Fronius AL 3000.

7.2.6 Ovládací prvky svařovacího zdroje

Frekventant, účastník se musí seznámit s návodem na použití. Svařovací zdroje pro svařování metodami MAG/MIG mají dva základní ovládací prvky. Jedním z nich je přepínač napětí, většinou skokový a druhým je potenciometr, který plynule ovládá rychlost posuvu drátu a zároveň velikost svařovacího proudu (při zvyšování rychlosti se také zvyšuje proud), obr. 23. Výrobci zdroje vybavují dalšími funkcemi jako například přepínač dvoutakt-čtyřtakt, vypnutí plynu při zavádění drátu, časový průběh svařování pro stejnou délku svaru, bodování atd.



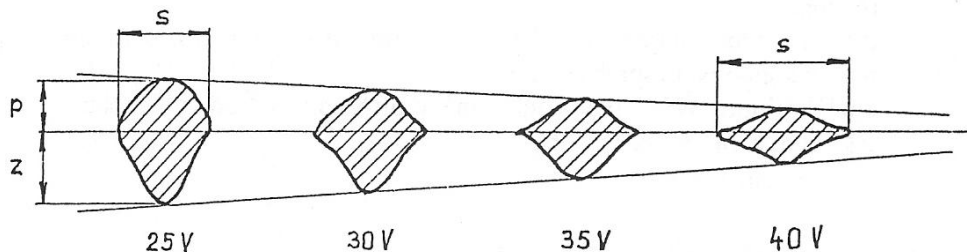
Obr. 23 Ovládací prvky svařovacího zdroje Fronius Vario Star 2500.

7.2.7 Řízení průběhu svařování spínačem na hořáku [3]

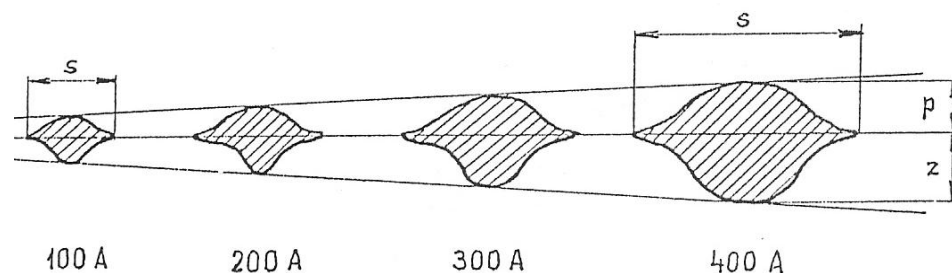
- **Dvoutaktní režim**, kdy po stisku spínače se pustí ochranný plyn pro jeho nezbytný předfuk a po přibližně dvou vteřinách se zapne posuv drátu a svařovací proud. Svařování probíhá po dobu zapnutí spínače. Po uvolnění se vypíná posuv, proud a po chvíli i dofuk plynu. Dvoutaktní režim je vhodný pro stehování, krátké svary, automatický režim na mechanizovaných nebo robotizovaných systémech a pro začínající frekventanty v základních kurzech svařování,
- **Čtyřtaktní režim** je naopak vhodný pro dlouhé svary a pro programové ovládání proudu u moderních zdrojů. Prvním stiskem spínače se spustí ochranný plyn a po uvolnění (druhý takt) se zapne posuv drátu a s malým zpožděním proud. Svařování probíhá bez nutnosti sepnutí spínače do okamžiku sepnutí (třetí takt) kdy se vypíná posuv drátu a proud. Uvolněním spínače (čtvrtý takt) se vypíná přívod ochranného plynu, který se po nastaveném dofuku zastaví.

7.2.8 Parametry a podmínky svařování [2]

- **Svařovací napětí**, na oblouku představuje potenciální rozdíl mezi drátem elektrody a povrchem svarové lázně. Mění se podle délky oblouku a na odtavovací výkon má jen malý vliv. Výrazný vliv má napětí na šířku svarové housenky obr. 24, ale hloubku závaru ovlivňuje samotné napětí jen málo,
- **Svařovací proud**, má na charakter přenosu kovu při svařování a tvar průřezu svarové housenky největší vliv obr. 25. S růstem proudu roste proudová hustota, velikost a tekutost svarové lázně, součinitel roztavení a odtavovací výkon.



Obr. 24 Závislost tvaru svarové housenky na napětí, při konstantní proudu. [2]



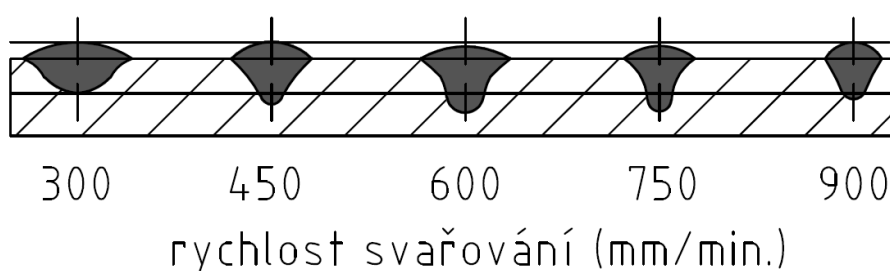
Obr. 25 Závislost tvaru svarové housenky na intenzitě proudu, při konstantním napětím. [2]

7.2.9 Rychlost svařování

Rychlost svařování závisí na nastavených hlavních svařovacích parametrech (napětí, proudu, rychlosti podávání drátu), tloušťce základního materiálu a poloze svařování. Výsledkem správné rychlosti je rovnoměrně navazující housenka, obr. 26. Při konstantních hlavních svařovacích parametrech, charakterizuje změna rychlosti tvar svařové housenky, obr. 27.



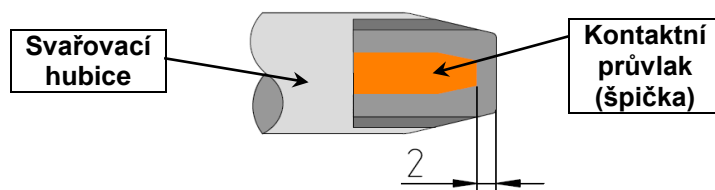
Obr. 26 Svarová housenka.



Obr. 27 Vliv rychlosti svařování na tvar svarové housenky.

7.2.10 Kontaktní průvlek

Výrobci svařovacích hořáků nabízí celou řadu hubic lišících se průměry a délkami, pro potřeby svařování v různých podmínkách. K těmto hubicím musí být správně voleny kontaktní průvlaky (špičky), pro zachování potřebné polohy, která činí přibližně 2 mm odsazení konce špičky do hubice, podle obr. 28.



Obr. 28 Správná pozice kontaktního prův laku v hubici.

Tření drátu při pohybu kontaktním prův lakem způsobuje nežádoucí zvětšení otvoru v prův laku, které zapříčiňuje zhoršení svařovacího procesu (prskání, odstrkování hořáku). Porovnání nového a opotřebovaného kontaktního prův laku je na obr. 29.



Obr. 29 Kontaktní průvlaky, vlevo nový, vpravo opotřebovaný.[4]

7.2.11 Vodítka (bovden)

Slouží k vedení svařovacího drátu mezi svařovacím zdrojem a kontaktním průvlakem. Většinou se používají vodítka ocelové, při svařování hliníku a korozivzdorné oceli mohou být například teflonové. Při výměně vodítka musí být použito nové od stejného výrobce jako daný svařovací zdroj, hořák. Průměr vodítka se volí podle svařovacího drátu. Výrobci dodávají vodítka v některých případech delší, pro univerzálnější délkové použití, proto se musí zkrátit na požadovanou délku. Konec vodítka a kontaktní průvlak musí být v ose, je vhodné konec vodítka brousit, obr. 30. Vodítka, jakožto celý svařovací kabel se nesmí příliš nadměrně ohýbat, z důvodu zlomení a nerovnoměrného vedení svařovacího drátu. Pravidelně je nutné čistit vodítka stlačeným vzduchem, proti částicím kovu, který vzniká vlivem tření drátu ve vodítku.

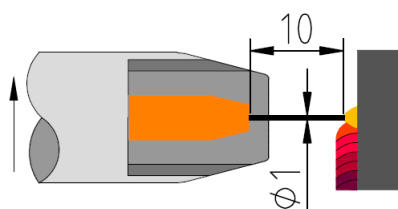


Obr. 30 Úprava konce vodítka broušením a sestavení. [4]

7.2.11 Výlet drátu

Výlet drátu je vzdálenost mezi kontaktním průvlakem (špičkou) a elektrickým obloukem obr. 31, který hoří na konci drátu a zároveň délka výletu určuje odpor obloukového sloupce. U plných drátů se doporučuje výlet:

- $5 \times \text{Ø drátu} + 5 \text{ mm}$, případně $10 \times \text{Ø drátu}$.



Obr. 31 Přibližný výlet drátu v závislosti na jeho průměru.

7.2.12 Nastavení svařovacího zdroje

Frekventanti často mají problémy správně nastavit svařovací parametry a tím vznikají nevratné vady v oblasti svařování. Svařovací zdroj při svařování musí mít plynulý chod a doporučený výlet drátu, který se musí odtavovat podle zvoleného přenosu kovu, v tomto případě je zvolen zkratový přenos kovu obr. 11.

Svařovací drát nesmí odstrkovat svařovací hořák vlivem nedostatečného tavení drátu, důsledkem velké rychlosti drátu, nebo nízkého napětí a zároveň se nesmí tvořit kapky z drátu přímo u kontaktního průvlaku (špičky), vlivem pomalé rychlosti drátu, nebo vysokého napětí.

Výrobci udávají tabulky nastavení přímo na svařovacích zdrojích. Tabulka se určuje podle průměru drátu a ochranného plynu, který je použit, tab. 2.

ø 0,8 mm		G3/4 Si1										82%Ar/18%CO ₂											
		0,80	0,80	1,00	1,50	2,00	3,00	3,00	4,00	5,00	5,00												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
		2,00	3,00	4,00	5,60	7,00	9,50	12,50	14,10	16,05	18,00												
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												

ø 1,0 mm		G3/4 Si1										CO ₂											
				0,80	1,00	1,50	2,00	3,00	3,00	4,00	5,00												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
				2,30	2,50	3,50	4,00	5,80	6,50	10,00	11,00												
				1	1	1	1	1	1	1	1												

Tab. 2 Informativní přehled svařovacích parametrů od výrobce.

Svařovací parametry pro jednotlivé svarové vrstvy budou dále uváděny podle tab. 2, ze zvýrazněného rámečku svařovacího zdroje Fronius Vario Star 2500. Například napětí na stupnici 7 a posuv s proudem na stupnici 5,8, ve zkráceném zápisu (7/5,8).

Seřízení lze snadno provést také tímto postupem:

- Nastavíme napětí skokovým přepínačem (například na pozici 7),
- Proud s posuvem drátu nastavíme více než je optimální,
- Svářeč zaujme pozici tak, aby jednou rukou mohl svařovat a druhou ruku měl na dálkovém ovládní, nebo na hlavní ovládací desce svařovacího zařízení, obr. 23,
- Při zahájení svařování dochází k odstrkování hořáku vlivem nedostatečného tavení drátu. V průběhu svařování začneme druhou rukou pomalu snižovat posuv drátu s proudem. V okamžiku kdy přestane drát odstrkovat hořák je svařovací zdroj seřízen. Naopak snižováním posuvu a proudu s konstantním napětím nelze, došlo by k zatavení drátu do kontaktního průvluhu (špičky).

Při svařování je vhodné naslouchat zvuku svařovacího zdroje, projeví se to na lepší kvalitě-jakosti svarového spoje a zároveň zkušení svářeči rozpoznají sluchem správně nastavený svařovací zdroj.

7.2.12.1 Synergický režim [1]

Moderní svařovací zdroje jsou vybaveny řídicí elektronikou, která umožňuje přizpůsobit vlastnosti svařovacího zdroje pro zvolený svařovací proces. V synergickém režimu se svařovací proces řídí pouze jedním prvkem pro řízení odtavovacího výkonu, rychlosti podávání drátu, ostatní parametry jako je napětí, průběh proudu, vhodnou charakteristiku nastavuje automaticky mikroprocesor podle zvoleného programu.

7.2.13 Ochranné kukly s filtry

Ochranné kukly s filtry se používají k ochraně zraku při svařování a k samotnému sledování elektrického oblouku, u kterého vzniká silné viditelné záření, neviditelné infračervené a ultrafialové záření. Filtry jsou umístěny v ochranné kukle, kterou má svářeč nasazenou na hlavě, nebo štítě, který drží v jedné ruce. Ochranné filtry jsou rozděleny podle propustnosti viditelného záření a označené čísly. Při svařování elektrickým obloukem se filtry používají s označením 8 (více propustné, světlé) až 13 (méně propustné, tmavé). Klasické svařovací kukly mají skleněný, nebo plastový ochranný filtr o rozměrech 90 × 110 × 3 mm, chráněný z venkovní strany čirým sklem, nebo čirým plastovým štítkem proti rozstříku kovu.

Stále více používané samostmívací ochranné kukly mají možnost regulace světlosti, nebo tmavosti filtru podle potřeb svářeče, obr. 32. Tyto kukly v levnější cenové skupině jsou vybaveny bateriemi se solárním dobíjením, proto se nesmí skladovat ve tmě, došlo by k vybití baterií, nebo ve vyšší cenové skupině, dobíjené vhodnou elektrickou nabíječkou, mají indikátor nabití-vybití. Ochranné kukly mohou být vybaveny přívodem čistého vzduchu do dýchací zóny svářeče.

Vhodný ochranný filtr se volí podle:

- Velikosti nastaveného svařovacího proudu,
- Kvality zraku svářeče,
- Intenzitě osvětlení místa svařování.

Pokud při svařování je špatně vidět svarová lázeň, volí se světlejší filtr, když do očí působí nepříjemné dráždivé silné světlo, volí se tmavší filtr. Nejčastěji je používán filtr s číslem 10.



Obr. 32 Samostmívací svařovací kukla Fronius VIZOR 3000. [5]

7.3 Druhy svaru a polohy svařování

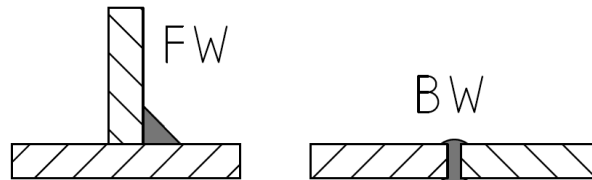
Značení a rozdělení poloh svařování uvádí norma ČSN EN ISO 6947. Samotné svařování může probíhat v předem zvolených „vhodných“ polohách, nebo „nevhodných“ polohách, které se musí za určitých podmínek akceptovat. Jednotlivé polohy mají charakteristické typy housenek a svarové spoje jsou rozdílné i po stránce kvality-jakosti. Svářeč může svařovat v polohách, které má v rozsahu jeho oprávnění.

Při označování poloh je vhodné nejdříve určit druh svaru, obr. 33 a následně polohu svařování, obr. 34.

Rozdělení podle druhu svaru:

- **FW** – koutový svar,
- **BW** – tupý svar.

Jednotné rozdělení pro plechy i trubky, včetně jejich kombinací.

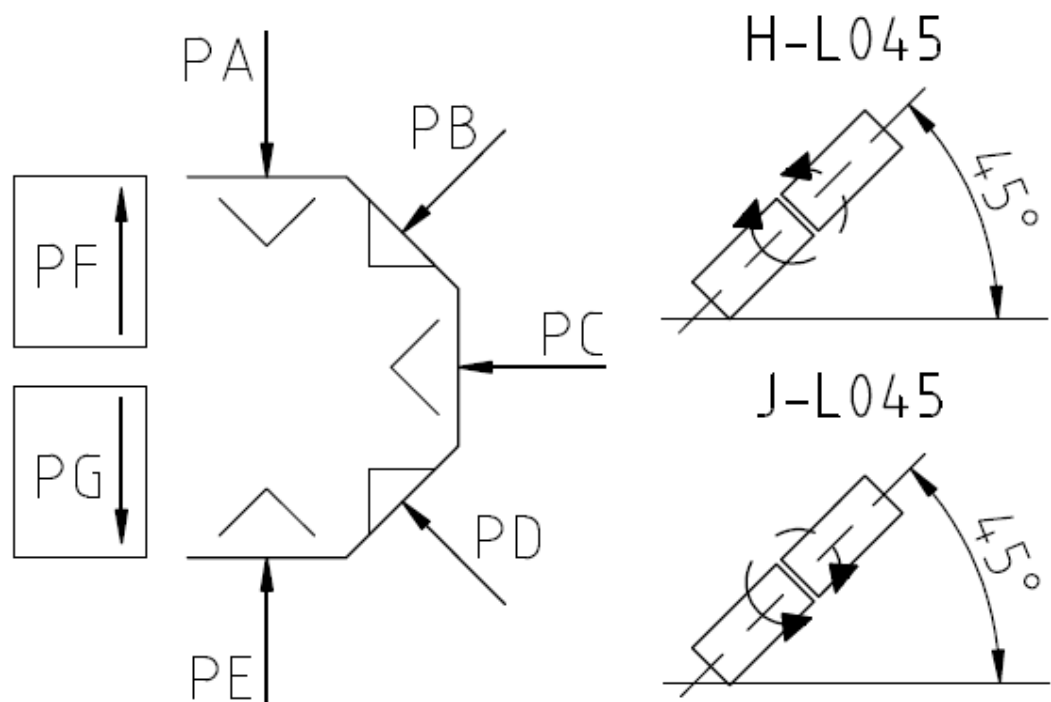


Obr. 33 Druhy svaru.

Rozdělení podle polohy svařování:

- **PA** – poloha vodorovná shora, svary FW a BW,
- **PB** – poloha vodorovná šikmo shora, svar FW,
- **PC** – poloha vodorovná, svar BW, popřípadě FW,
- **PD** – poloha vodorovná šikmo nad hlavou, svar FW,
- **PE** – poloha vodorovná nad hlavou, svary FW a BW,
- **PF** – poloha svislá nahoru, svary FW a BW,
- **PG** – poloha svislá dolů, svary FW a BW,
- **H-L045** – svařování na trubce pod úhlem 45°, směrem od spodní části k horní oboustranně, svar BW, popřípadě FW,
- **J-L045** – svařování na trubce pod úhlem 45°, směrem od horní části k spodní oboustranně, svar BW, popřípadě FW.

Na obr. 34 znázorňují šipky sklon a směr elektrody (drátu).



Obr. 34 Polohy svařování.

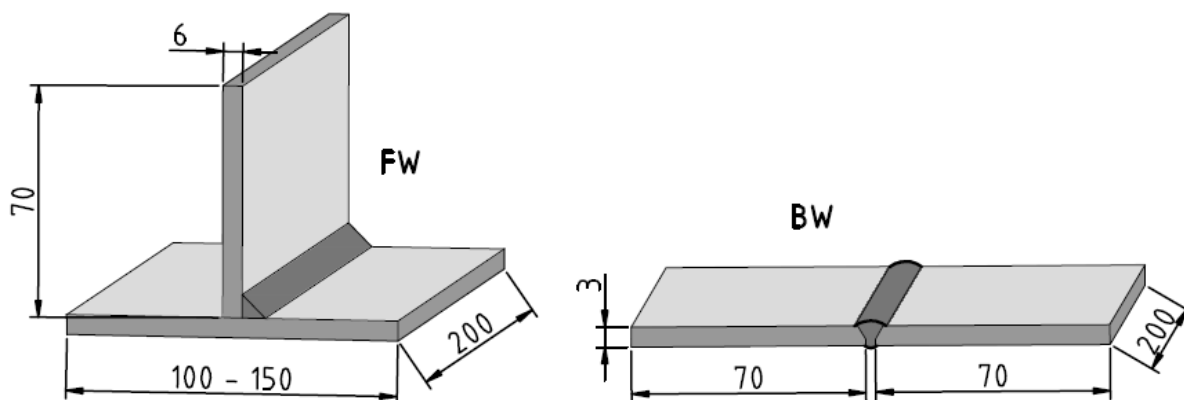
Závěrečná zkouška se provádí na těchto svarech:

- **FW PB,**
- **FW PF,**
- **BW PA,**
- **BW PF.**

Kvalita-jakost je u těchto provedených svarů v základním kurzu posuzována pouze vizuální kontrolou.

7.4 Rozměry zkušebních vzorků

Podle normy ČSN 05 0705 jsou pro metodu 135 stanoveny minimální rozměry zkušebních vzorků pro koutové a tupé svarové spoje. Jednotlivé rozměry jsou uvedeny na obr. 35, přičemž délka svarové housenky provedené na plechu ve všech polohách a druhu svaru činí 200 mm.



Obr. 35 Tvary a minimální rozměry zkušebních vzorků.

7.5 Příprava základního materiálu

Připravovaný základní materiál musí být po stránce druhu oceli jednoznačně identifikovatelný, podle některých již zmiňovaných norem (v kapitole 3.4 označování ocelí) a zařazen do skupiny ocelí pro svařování podle TNI CEN ISO/TR 15608 a následně po vykonání zkoušky se frekventant stává svářečem pouze v rozsahu dané skupiny ocelí. Příprava základního materiálu je jednou z několika hlavních činností k provedení svarového spoje potřebné kvality-jakosti, proto se nesmí podceňovat. Materiál lze připravovat různými způsoby, technologiemi a záleží na možnostech každého pracoviště, svářečí školy.

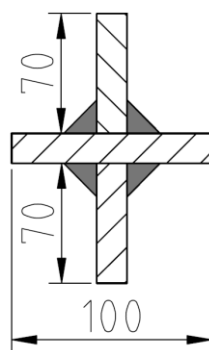
V přípravě lze využít těchto technologií:

- **Strojní obrábění** – soustružení, frézování, řezání, broušení,
- **Tváření** – stříhání, ohýbání,
- **Tepelné dělení** – řezání kyslíkem, řezání plazmou, řezání laserem,
- **Dělení** – vodním paprskem.

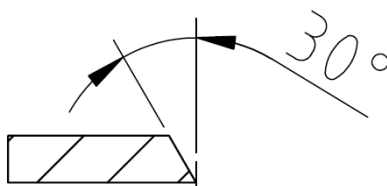
7.5.1 Návrh přípravy plechu pro FW a BW svary

Příprava materiálu z výchozí tabule plech 2000 × 1000 mm:

- Pro koutové svary FW je vhodné plech stříhat tabulovými nůžkami na rozměr podle normy ČSN 05 0705 a případně sestavit dílce podle obr. 36. Po zhotovení svarových spojů je vzorek nepoužitelný k další přípravě pro svařování, vzhledem k malým a nevyhovujícím rozměrům by docházelo k přehřívání svarové lázně a základního materiálu. Pokud se kontroluje kořen rozlomením nelze sestavení podle obr. 36 použít, svar musí být proveden pouze z jedné strany,
- Tupé svary BW v polohách PA a PF se svařují jako jednostranné V-svary, proto se doporučuje na svařované straně doporučené skosení pod úhlem 30°, obr. 37. Dělení tabule plechu je opět vhodné stříháním, popřípadě řezáním na rozměr 200 × 200 mm, na kterém se provede skosení. Po zhotovení svarového spoje má základní vzorek přibližně rozměr 200 × 400 mm. Vyříznutím provedené svarové housenky se pokračuje v dalším svařování až po minimální rozměr (200 mm × 70 mm) 2 ks. Přibližné využití je deset svarových spojů ze základního vzorku.



Obr. 36 Vhodné využití dílců při dodržení minimálních rozměrů.



Obr. 37 Doporučený úhel skosení.

7.5.2 Způsoby zhotovení požadovaného skosení

Skosení lze zhotovit využitím moderních způsobů dělení materiálu, například řezáním laserem, plazmou, vodním paprskem. Pro přípravu zkušebních vzorků ve svařecích školách je nejběžnější a stále dostačující využití těchto technologií:

- Řezání kyslíkem,
- Frézování.

7.5.2.1 Příprava skosení řezání kyslíkem

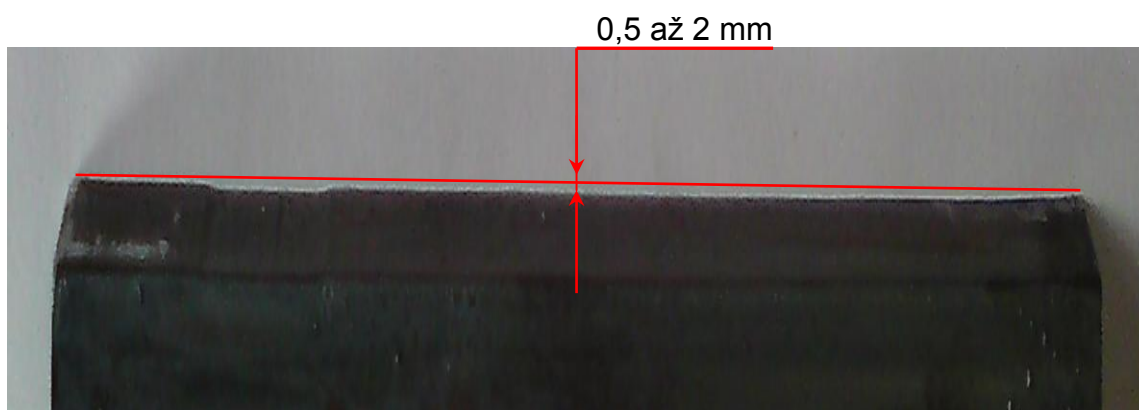
Při řezání kyslíkem se při rovnoměrném pohybu dosahuje poměrně kvalitních řezů. Důležitými parametry jsou nastavení správného ohřívacího plamene, tlaku řezacího kyslíku a rychlosti pohybu v závislosti na tloušťce připravovaného materiálu.

Standardním hořlavým plynem je acetylen (kyslíko-acetylenový plamen), ale ekonomicky vhodnějším hořlavým plynem je propan-butan. Jeho využitím se značně sníží náklady na přípravu materiálu řezání kyslíkem, přibližně na spotřebu jedné lahve propan-butanu (33 kg) připadá deset lahví kyslíku (objem lahve 50 litru). Řezání kyslíkovým-propan-butanovým plamenem je znázorněno na obr. 38, při vyřezávání zhotovené svarové housenky.



Obr. 38 Řezání kyslíkovým-propan-butanovým plamenem s patřičnou soupravou.

Mezi výhody patří poměrně rychlý proces přípravy materiálu, naopak nevýhodami jsou velká spotřeba kyslíku a vlivem vneseného velkého množství tepla vzniká deformace (pronutí) roviny řezu v závislosti na tloušťce, velikosti řezaného materiálu a rychlosti pohybu hořáku, znázorněno na obr. 39.



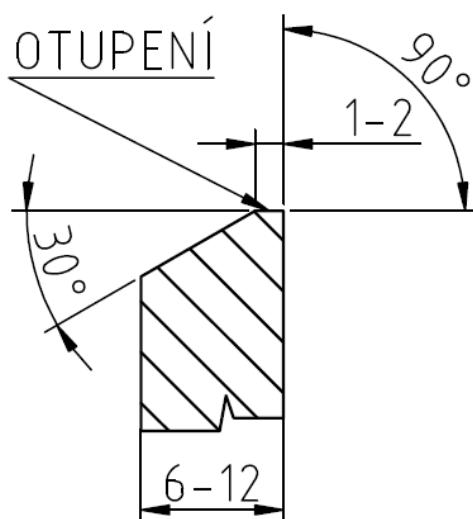
Obr. 39 Deformace roviny řezu

7.5.2.2 Příprava skosení frézováním

Frézováním se docílí kvalitního a přesného skosení. U klasického frézování je proces pomalý. Na trh výrobci dodávají frézky určené přímo k frézování skosení a úpravě ploch materiálu před svařováním, takzvané „úkosovačky“. Tímto zařízením se dosahuje velké rychlosti v přípravě skosení. Základní materiál pro zavádění do frézky je vhodnější v delším pásu a po provedení skosení lze řezat nebo stříhat na potřebnou délku (200 mm).

7.5.3 Otupení a jeho příprava

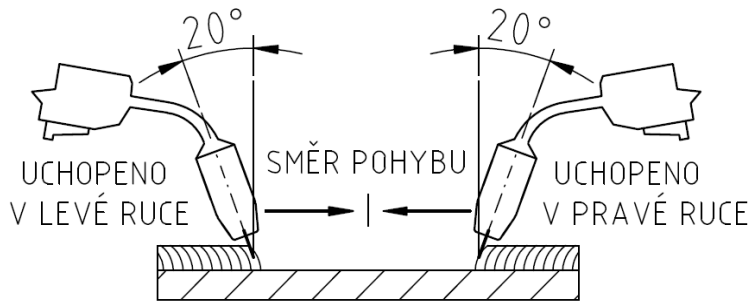
Otupení je neskosená část svarové plochy obr. 40 a záleží na jeho šířce, která je doporučena pro tuto metodu a tloušťku materiálu 1 až 2 mm. Otupení se provádí po zhotovení skosení a frekventant by měl být schopen otupení provést plochým pilníkem. Jestliže je otupení úzké, hrozí přehřátí svarové lázně a propadnutí tekutého kovu (vznik krápníku), při širokém může vzniknout neprůvar. Příprava materiálu, kde vznikla podélná deformace podle obr. 39, spočívá v pilování ve směru osy otupení. Ubírání materiálu pilováním nejdříve vzniká na krajích a postupně směřuje do střední části daného vzorku, až ve střední části dosáhne doporučeného otupení, je na krajích otupení příliš široké, proto je zapotřebí zúžit pilováním skosení pod daným úhlem. Při frézování deformace prohnutím nevzniká, provádí se otupení od samého začátku po celé délce roviny. Kontrola roviny se provádí přiložením hladkého boku pilníku na zhotovené otupení a následné přiložení dvou vzorků otupením k sobě. Nesmí být mezi nimi po celé délce mezera. Otupení je doporučeno v určitém rozmezí a v praxi záleží jaká hodnota vyhovuje svářeči, k provedení svarového spoje potřebné kvality-jakosti.



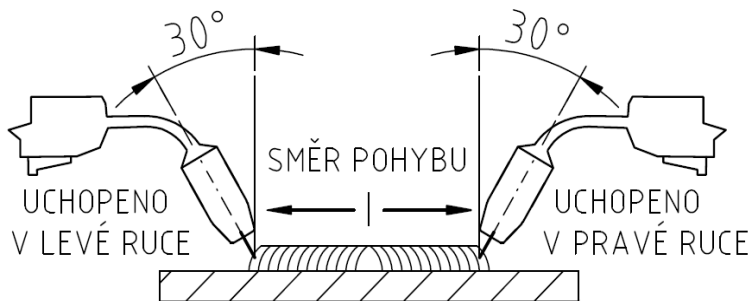
Obr. 40 Doporučená šířka otupení.

7.6 Svařování vpřed a vzad

V podstatě se jedná o směr vedení hořáku pod doporučeným úhlem. V základním kurzu svařování se provádí většina svarů vpřed. Na obr. 41 a obr. 42 jsou znázorněny směry vpřed a vzad při svařování pravou nebo levou rukou.



Obr. 41 Svařování vpřed.



Obr. 42 Svařování vzad.

7.7 Prostor svařování [9]

Základní kurzy svařování musí probíhat v prostorách určených k trvalému, nebo přechodnému svařování, vymezené normou ČSN 05 0600 „Projektování a příprava pracovišť“.

Mezi základní podmínky pracoviště patří:

- Minimální volný prostor pro jednoho svářeče 15 m³,
- Minimální volná plocha pro jednoho svářeče 2 m²,
- Stěny kabiny musí být vysoké minimálně 2 m,
- Mezi stěnou kabiny a podlahou musí být minimální mezera 150 mm,
- Podlaha musí být z nehořlavého materiálu, odolná proti mechanickým vlivům a tvoření prachu a nesmí být klzká,
- Každý svářeč musí mít přivedeno k místu svařování nucené odsávání škodlivin,
- Prostor svařování musí být dostatečně osvětlen,
- Stěny musí být opatřeny nátěrem, který zabraňuje odražení světla.

Na každém pracovišti je vhodné mít:

- Pracovní svářečský stůl s vhodným polohovadlem (přípravkem k upínání svařovaných vzorků do různé polohy),
- Výškově stavitelnou stoličku, židli,
- Ochranné prostředky, koženou zástěru, rukavice, kamaše, čepici, brýle, svářečskou kuklu,
- Kladívko, ocelový kartáč, kleště, sekáč, sprej nebo pastu určené k ochraně svařovací hubice a špičky proti rozstříku kapek kovu.

7.8 Před zahájením svařování

Před začátkem svařování je zapotřebí provést taková opatření a kontrolu, která zvýší pohodlí frekventanta, svářeče při procesu svařování, a která se kladně projeví na kvalitě-jakosti svarového spoje.

Opatření a kontrola je následující:

- Nastavení svařovacích parametrů a průtoku plynu,
- Zemní svorku připevnit přímo na svařovaný vzorek v dané poloze,
- Svařovací kabel s hořákem natáhnout od svařovacího zdroje s co největším obloukem (pro rovnoměrný pohyb drátu),
- Svařovací hořák a špička musí být čisté a opatřeny ochranným nástřikem,
- Zvolit nejvhodnější polohu frekventanta, svářeče pro dostatečný výhled do místa svařování,
- Seřízení ochranné kukly s filtrem,
- Vyzkoušení celé trajektorie pohybu hořáku po vzorku svařování.

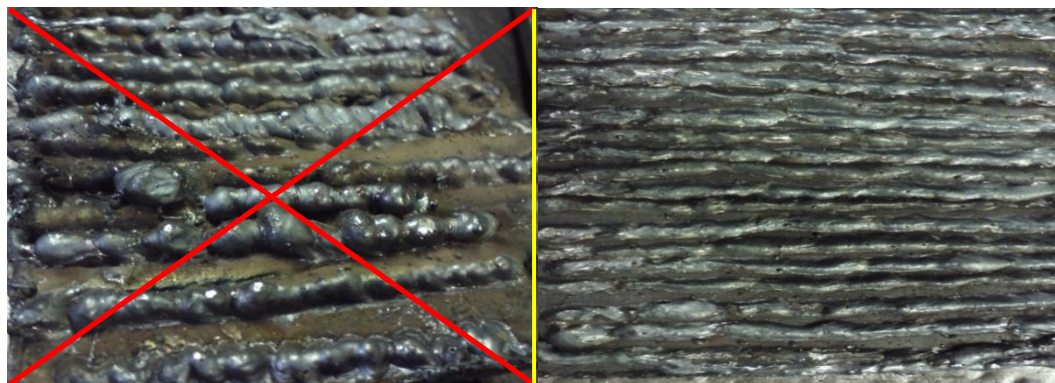
7.9 Návary v poloze PA

Návary v poloze PA patří mezi nejjednodušší a nejvhodnější začátky frekventantů v základních kurzech. Nácvik spočívá v zapálení oblouku, dodržení rovnoměrné rychlosti s doporučeným výletem drátu a rovného vedení hořáku. Frekventant musí při snížené viditelnosti přes ochranný filtr sledovat místo svařování, směr, kterým dále pokračuje a také vznikající tvar housenky.

Příprava:

- Základní materiál o rozměrech 200 × 120 × 8 (min. 6),
- Přídavný materiál G 46 3 M G3Si o průměru 1 mm,
- Průtok plynu 16 l/min,
- Polarita nepřímá,
- Vhodné svařovací parametry (6/4,0), (7/5,8), (8/6,5) podle tab. 2.

Na šířku plechu naznačíme křídou rovnoběžné čáry po 20 mm, které budou sloužit jako směr k vedení hořáku. Frekventant vyzkouší svařování vpřed i vzad podle obr. 41 a obr. 42, po provedení jednotlivých vrstev začne klást další vedle sebe, přičemž vedení dráhy svařování určuje předchozí vrstva. Po dokončení následuje kontrola roviny, vzhledu, návaznosti a velikosti jednotlivých vrstev. Prvotní začátky frekventantů jsou zobrazeny na obr. 43, kde je na levé straně označeno velice špatné kladební housenek a na pravé straně uspokojivé pro první dny frekventanta.



Obr. 43 Návary v poloze PA v první dny svařování frekventanta.

Nejčastějšími chybami jsou:

- Příliš velká nebo malá rychlost svařování,
- Nerovnoměrný pohyb hořáku,
- Nedodržení velikosti výletu drátu,
- Špatný sklon hořáku.

Nejčastějšími vadami jsou:

- Nerovnoměrný tvar svarové housenky,
- Špatné napojení housenek na sebe v podélném i příčném směru, vruby, póry.

7.10 Návary v poloze PF

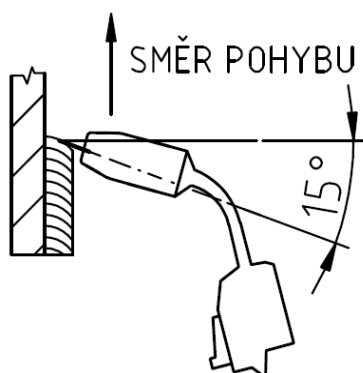
Návary v poloze PF patří k obtížnějším způsobům svařování společně s ostatními polohami mimo PA. Důvodem je gravitace, která působí na tekutou svarovou lázeň a zapříčiňuje její stékání. K dosažení požadované svarové housenky je zapotřebí dodržet doporučené směry vedení a úhly sklonu hořáku, většinou se snižují také svařovací parametry.

Příprava:

- Základní materiál o rozměrech 200 × 120 × 8 (min. 6),
- Přídavný materiál G 46 3 M G3Si o průměru 1 mm,
- Průtok plynu 16 l/min,
- Polarita nepřímá,

- Vhodné svařovací parametry (5/3,5), (6/4,0), podle tab. 2.

Příprava plechu bude totožná jako u polohy PA, včetně vyznačení rovnoběžných čar. Vzorek plechu se upne kolmo do vhodného polohovadla. Frekventant svařuje směrem vpřed, od zdola nahoru, pod doporučeným úhlem obr. 44. Vedení hořáku je přímočaré s rovnoměrnou rychlostí. Rozdílnost, vzhled návarů v poloze PF je uvedeno na obr. 45.



Obr. 44 Doporučený sklon svařovacího hořáku.



Obr. 45 Návary v poloze PF.

Nejčastějšími chybami jsou:

- Příliš velká nebo malá rychlost svařování,
- Nerovnoměrný pohyb hořáku,
- Nedodržení velikosti výletu drátu,
- Špatný sklon hořáku.

Nejčastějšími vadami jsou:

- Nerovnoměrný povrch svaru, popřípadě přetečení housenky,
- Špatné napojení housenek na sebe v podélném i příčném směru, vruby, póry.

Návary se využívají u renovací strojních součástí. Navařením opotřebovaných ploch a úpravou broušením nebo soustružením vzniká renovovaná součást.

7.11 Svařování koutových svarů v polohách PB a PF

Koutové svarové spoje jsou posuzovány jako jednodušší oproti tupým svarovým spojům, ačkoliv frekventantům dělají nemalé problémy. Koutové svařování v poloze PB se svařují na tři vrstvy a v poloze PF na dvě vrstvy, z důvodu dosažení požadované velikosti svaru k daným rozměrům vzorku. V praxi je počet vrstev, výška a délka svaru určena v postupu svařování (WPS), logicky řečeno, s větší tloušťkou, rozměry a namáháním základního materiálu se zvyšuje výška svaru a naopak. Všechny svarové vrstvy jsou po celé délce svařovaného materiálu, to platí také u tupých svarů. Svářeč, frekventant má povinnost vytvořit minimálně jedno napojení (mimo napojení na steh). Před koncem svařované vrstvy je zapotřebí vrátit se přibližně 15 mm zpět, protože dochází k přehřátí svarové lázně a základního materiálu, kdy hrozí ztečení a zmenšení svarové housenky a vznik kráteru.

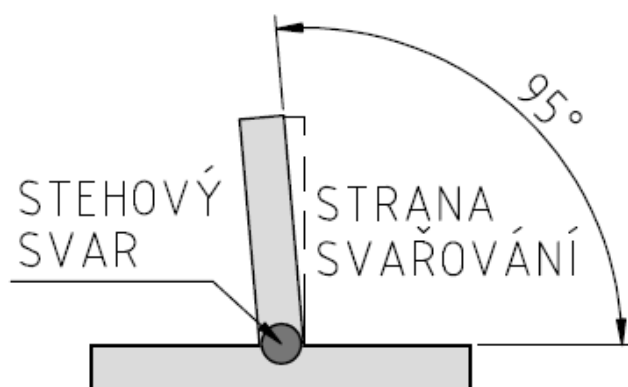
Příprava:

- Rozměry základního materiálu podle obr. 35, tloušťka 10 mm,
- Přídavný materiál G 46 3 M G3Si o průměru 1 mm,
- Průtok plynu 16 l/min, tab. 1,
- Polarita nepřímá.

Sestavení, stehování:

- Svařovací parametry (7/5,8).

Připravenou dvojici plechů spolu spojíme pomocí dvou svarových stehů z čelních stran obr. 46 a zkontrolujeme předehtnutí, přibližně 95° otevření ze strany svařování. Vlivem chladnutí celého svaru nastane stažení, které musí být po vychladnutí vzorku kolem 90°.



Obr. 46 Způsob sestavení vzorku.

Podmínky při svařování:

- Dodržet doporučené sklony elektrody s hořákem,
- Provést svarové vrstvy v celé délce základního materiálu,
- Minimálně jedenkrát napojit každou svarovou vrstvu,
- Před koncem svarové vrstvy se vrátit o 15 mm zpět, proti vzniku kráteru.

Nejčastějšími vadami jsou:

- Nedosažení tvaru svarové housenky rovnoramenného trojúhelníka,
- Nedostatečné napojení svarových housenek na sebe, vznik podélného vrubu,
- Zápaly,
- Celkový svar nemá požadovanou velikost,
- Nerovnoměrný povrch a různá velikost svaru po jeho délce,
- Nenatavení vnitřní hrany, zjistitelné po rozlomení.

7.11.1 Svařování koutového svaru FW PB

Svařování provádíme třemi vrstvami, u kterých musíme dodržet doporučený sklon elektrody s hořákem, které jsou pro každou vrstvu jiné, obr. 47. Je vhodnější svařovat vpřed a osa svařovací hubice musí svírat se směrem svařování tupý úhel 110° až 120° u všech tří vrstev, obr. 48.

Technika svařování první vrstvy:

- Svařovací parametry (6/4,0) nebo (7/5,8),
- Sklon elektrody, hořáku 45°.

Elektrodu vedeme rovnoměrným pohybem s vnitřní hranou, vzniklou spojením vzorku, tato hrana musí být natavená. První vrstva musí být zakrytá druhou a třetí vrstvou. Případná nerovnoměrnost první vrstvy se může projevit na ostatních vrstvách a v celkovém vzhledu svaru.

Technika svařování druhé vrstvy:

- Svařovací parametry (6/4,0) nebo (7/5,8),
- Sklon elektrody, hořáku 60° od vodorovné strany.

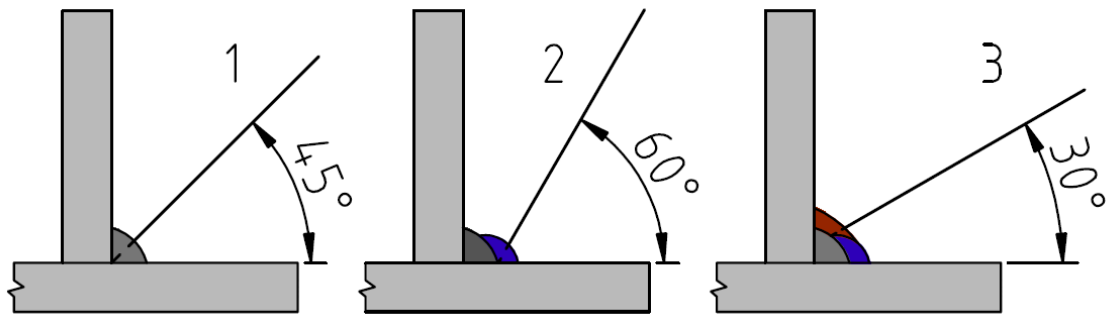
Při svařování druhé vrstvy vedeme elektrodu ve směru vzniklé hrany v přechodu první vrstvy na vodorovný základní svařovaný materiál. Pohyb elektrody je rovnoměrný s mírným rozkyvem do stran, sledujeme tvar vznikající housenky. Po provedení druhé vrstvy musí zůstat 1/3 první vrstvy nezakryta.

Technika svařování třetí vrstvy:

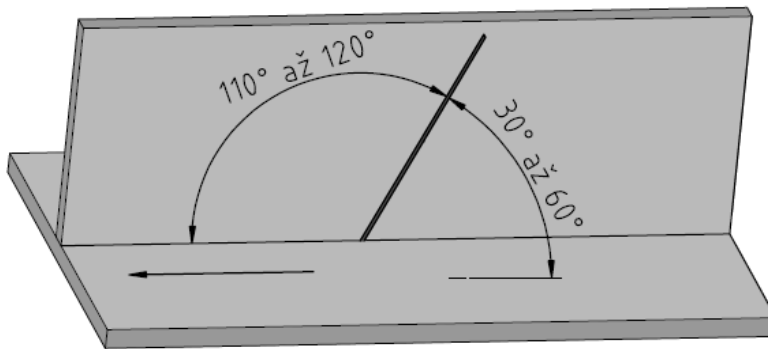
- Svařovací parametry (6/4,0) nebo (7/5,8),
- Sklon elektrody, hořáku 30° od vodorovné strany.

Poslední třetí vrstvu provedeme vedením elektrody ve směru vzniklé hrany v přechodu první vrstvy na svislý základní materiál. Pohyb elektrody je rovnoměrný s větším rozkyvem do stran podle vznikající vrstvy, a která se plynule napojuje na svislý základní materiál a druhou vrstvu. Po dokončení třetí vrstvy by měla zůstat 1/3 druhé vrstvy nezakryta.

Celkový vzhled vyhovujícího svaru je uveden na obr. 49.



Obr. 47 Doporučený sklon elektrody pro třívrstvý svarový spoj FW PB.



Obr. 48 Sklon elektrody, hořáku při svařování FW PB.



Obr. 49 Kresba svaru FW PB.

7.11.2 Svařování koutového svaru FW PF

Svařování provádíme ve dvou vrstvách, při větší tloušťce základního materiálu volíme tři vrstvy. Svařujeme vpřed a osa svařovací hubice směřuje nahoru se sklonem 15° až 20° od vodorovné roviny u všech vrstev, obr. 51. Musíme dodržet doporučené pohyby elektrody s hořákem u jednotlivých vrstev, obr. 50. Připravený svařovaný vzorek upneme do vhodného polohovačla v kolmém směru.

Technika svařování první vrstvy:

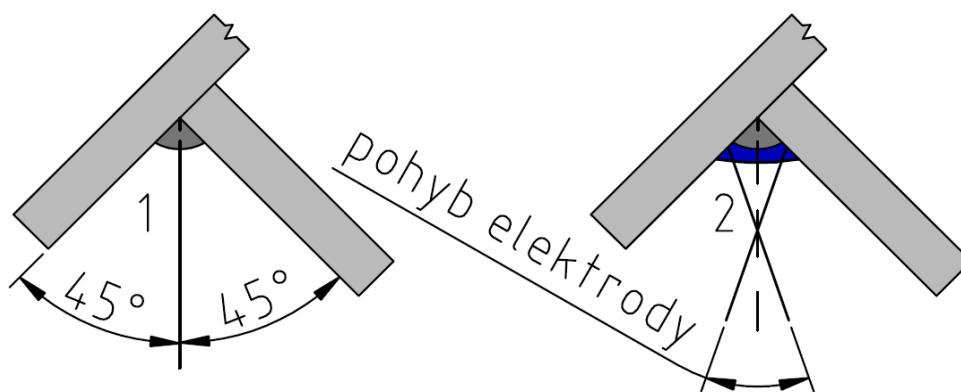
- Svařovací parametry (6/4,0).

Elektrodu vedeme rovnoměrným pohybem s mírným rozkyvem podél vnitřní hrany vzniklé spojením vzorku, tato hrana musí být natavená. Další vrstvy musí zakrýt předchozí vrstvu. Případná nerovnoměrnost první vrstvy se může projevit na ostatních vrstvách a celkovém vzhledu svaru.

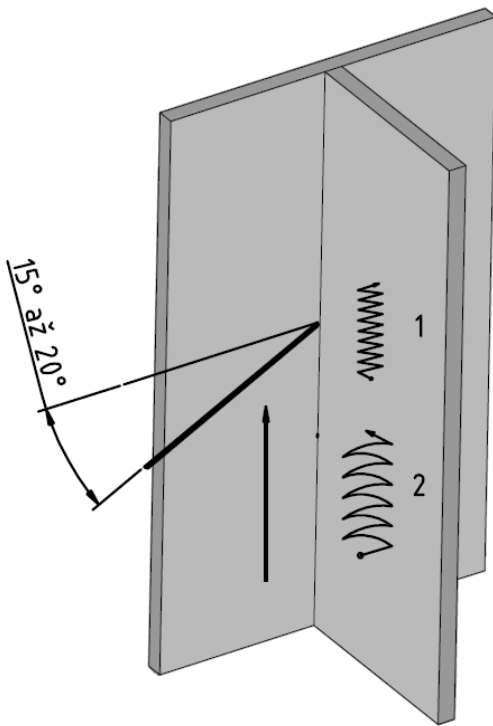
Technika svařování druhé vrstvy:

- Svařovací parametry (6/4,0).

Při svařování druhé vrstvy vedeme elektrodu příčným kývavým pohybem (obloučky) za hranu vzniklou první vrstvou na každou stranu stejnoměrně. Elektrodu vedeme pořád v tavné lázni rovnoměrným pohybem z jedné strany na druhou, zdržení na stranách provádíme přibližně do dvou vteřin. Důležitý je pohyb mírnými obloučky, obr. 51, při opačném vedení elektrody vzniká přetečení a převýšení svaru. Třetí vrstva následuje obdobným způsobem jako druhá vrstva. Vyhovující svar je uveden na obr. 52.



Obr. 50 Doporučený sklon a pohyb elektrody pro dvouvrstvý svarový spoj FW PF, pohled shora.



Obr. 51 Sklon elektrody, hořáku při svařování FW PF a tvar obloučků druhé vrstvy.



Obr. 52 Kresba svaru FW PF.

7.12 Svařování tupých svarů v polohách PA a PF

Tupé svarové spoje s úpravou svarových ploch na V-svar dělají frekventantům velké problémy. Zvláště kořenové vrstvy (první vrstva), u kterých je patrný výsledek až po dokončení vrstvy a jeho otočení. Tupé svary v poloze PA se svařují na uvedeném konkrétním rozměru vzorku ve třech vrstvách, kořenová, výplň a krycí vrstva. Svary v poloze PF se svařují ve dvou až třech vrstvách, kořenová, výplň případně následuje krycí vrstva. Počet vrstev opět záleží na tloušťce základního materiálu uvedeného v postupu svařování (WPS). Svařujeme vpřed, popřípadě krycí vrstva u polohy PA lze svařovat vzad. Před každým napojením svarové vrstvy je nutné místo napojení vybrousit obr. 53.



Obr. 53. Ukázka vybroušení místa k napojení svarové vrstvy. [4]

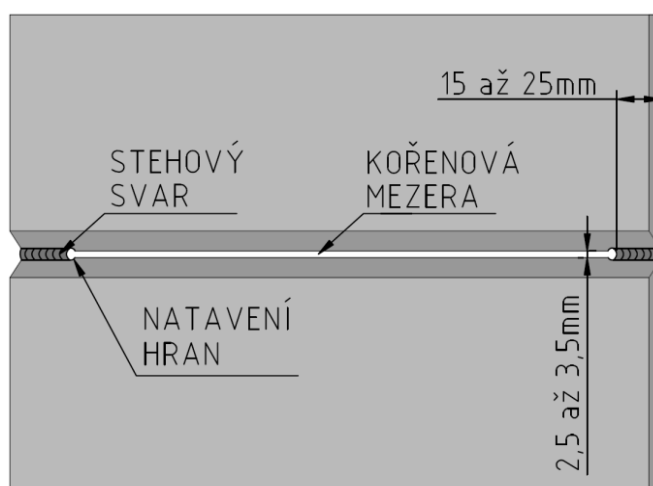
Příprava:

- Rozměry základního materiálu podle obr. 35, tloušťka 10 mm,
- Přídavný materiál G 46 3 M G3Si o průměru 1 mm,
- Průtok plynu 16 l/min, tab. 1,
- Polarita nepřímá,

Sestavení, stehování:

- Svařovací parametry (7/5,8).

Připravenou dvojici plechů s upravenou plochou pro svařování (rovina, otupení) umístíme na rovnou svařovací desku, proti vzniku lineárního přesazení. Na začínající straně zvolíme kořenovou mezeru 2,5 mm a provedeme steh dlouhý 15 až 25 mm, na končící straně zvolíme mezeru 3 mm a provedeme stejný steh, obr. 54. Pohyb elektrody při svařování stehu je stejný jako při svařování kořenové vrstvy u polohy PA. Kontrolujeme velikost kořenové mezery 2,5 až 3,5 mm a provedeme předehnutí přibližně 6°. Vybrousíme náběhy stehů do úkosu z důvodu napojení kořenové vrstvy na předchozí stehy, aby nevznikl neprůvar a očistíme do kovového lesku.



Obr. 54. Doporučený způsob stehování, pohled shora.

Podmínky při svařování:

- Dodržet doporučené sklony elektrody s hořákem,
- Provést svarové vrstvy v celé délce základního materiálu,
- Minimálně jedenkrát napojit každou svarovou vrstvu,
- Před koncem svarové vrstvy se vrátit o 15 mm zpět, proti vzniku kráteru.

Nejčastějšími vadami jsou:

- Nedosažení požadovaného tvaru a velikosti housenky,
- Nedostatečné napojení svarových housenek na sebe,
- Zápaly,
- Nerovnoměrný povrch a různá velikost svaru po jeho délce,
- Vruby v kořeni, krápník, hubený kořen, neprovařený kořen.

7.12.1 Svařování tupého svaru BW PA

Směr svařování vpřed u všech tří vrstev pod doporučeným úhlem 20° , podle obr. 41, případně u poslední krycí vrstvy svařování směrem vzad podle obr. 42.

Technika svařování první vrstvy:

- Svařovací parametry (6/4,0).

Při svařování kořenové vrstvy musí být pod kořenovou mezerou volný prostor. Elektrodu vedeme mírnými obloučky z jedné strany na druhou obr. 55 a obr. 56. Udržíme svarovou lázeň v co nejnižší části tak, aby bylo patrné roztavení obou otupení charakteristické tvarem hrušky, přičemž nesmí dojít k předběhnutí svarové lázně. Pokud by hrozilo přehřátí a vznik krápníku, je třeba s elektrodou směřovat výše směrem do úkosu, ale musí zůstat natavené otupení. Přerušení se provádí vedením elektrody po jedné straně úkosu směrem nahoru. Před dalším napojením se musí konec vrstvy vybrousit, to samé provádíme u polohy PF.

Technika svařování druhé vrstvy:

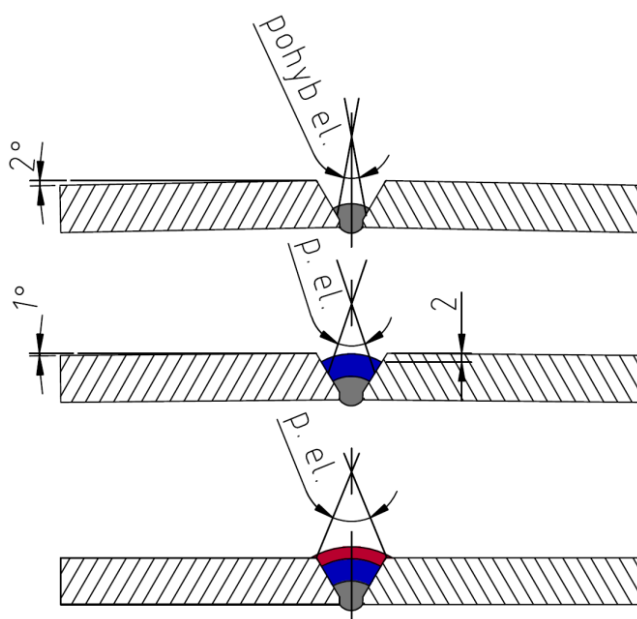
- Svařovací parametry (7/5,8) nebo (8/6,5).

Při svařování druhé vrstvy vedeme elektrodu rozkyvem z jedné strany na druhou tak, aby vzniklo vyplnění úkosu 2 mm pod hranu základního materiálu, obr. 55. Tato vrstva je zcela zakryta, ale musí mít výšku rovnoměrnou, pro krycí vrstvu.

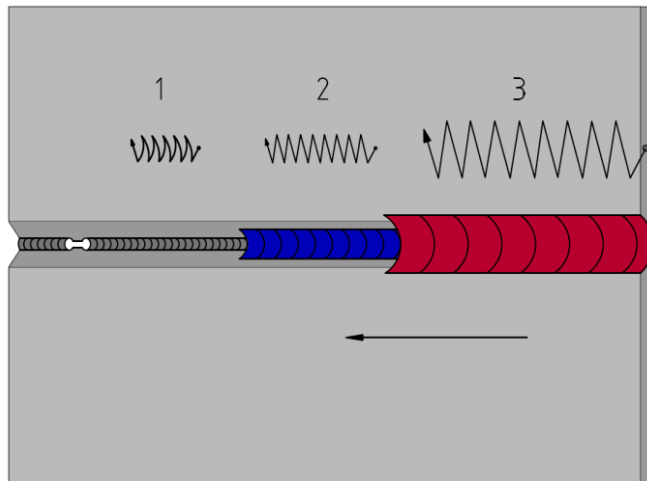
Technika svařování třetí vrstvy:

- Svařovací parametry (7/5,8) nebo (8/6,5).

U poslední krycí vrstvy vedeme elektrodu kývavým pohybem na hrany úkosu z jedné strany na druhou, které nás vedou k udržení stejně široké svarové housenky, přičemž musíme kontrolovat vznikající tvar, výšku svarové housenky, obr. 55. Pokud postupujeme směrem vzad, je vhodnější nechat nižší výplň předchozí vrstvy, 2 až 3 mm pod hranu základního materiálu. Vyhovující svar je uveden na obr. 57.



Obr. 55 Kladení jednotlivých vrstev s dráhou pohybu elektrody.



Obr. 56 Pohyb elektrody u jednotlivých vrstev, pohled shora.



Obr. 57 Kresba svaru BW PA.

7.12.2 Svařování tupého svaru BW PF

Jedná se o nejobtížnější svar prováděný v základním kurzu svařování. Svařujeme vpřed a osa svařovací hubice směřuje nahoru se sklonem 5° až 15° od vodorovné roviny u všech vrstev, obr. 58. Připravený svařovaný vzorek upneme do vhodného polohovadla v kolmém směru. Provádíme tři vrstvy pokud je ovšem tloušťka základního materiálu do 8 mm jsou vhodnější dvě vrstvy.

Technika svařování první vrstvy:

- Svařovací parametry (5/3,5) nebo (6/4,0).

Při svařování kořenové vrstvy vedeme elektrodu mírnými obloučky z jedné strany na druhou, podobně jako u polohy PA. Udržíme svarovou lázeň v místě otupení tak, aby bylo nataveno a vznikl tvar hrušky. Pokud by hrozilo přehřátí a vznik krápníku, je třeba s elektrodou směřovat směrem do úkosu, ale musí zůstat natavené otupení.

Technika svařování druhé vrstvy:

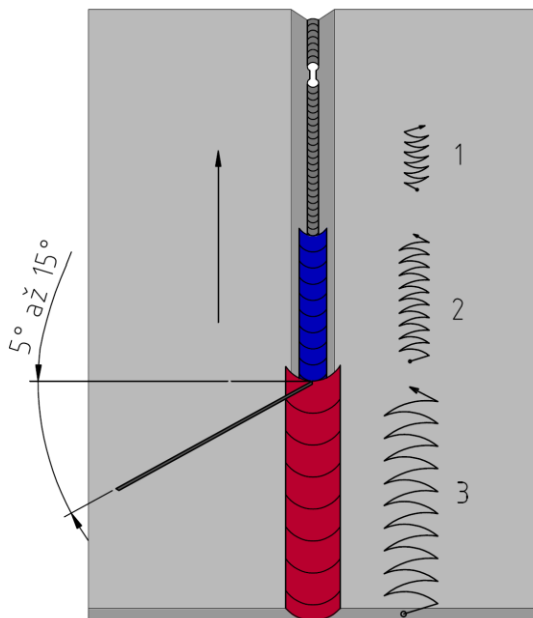
- Svařovací parametry (6/4,0).

Při svařování druhé vrstvy vedeme elektrodu mírnými obloučky opačnými než u kořenové vrstvy, z jedné strany na druhou s prodlevami přibližně jedné vteřiny tak, aby vzniklo vyplnění úkosu 2 mm pod hranu základního materiálu, obr. 55. Tato vrstva je zcela zakryta, ale musí mít výšku rovnoměrnou, pro krycí vrstvu.

Technika svařování třetí vrstvy:

- Svařovací parametry (6/4,0).

U poslední krycí vrstvy vedeme elektrodu obloučky stejnými jako u druhé vrstvy, ale až na hrany úkosu, které nás vedou, a kde setrváme přibližně jednu vteřinu. Postupujeme z jedné strany na druhou směrem nahoru, obr. 58. Kontrolujeme vznikající tvar svarové housenky. Vyhovující svar je uveden na obr. 59.



Obr. 58 Doporučený sklon a pohyby elektrody.



Obr. 59 Kresba svaru BW PF.

8. DEFORMACE A PNUTÍ

- Teoretická část v rozsahu 3 hodin.

8.1 Vztah mezi vnitřním pnutím a deformací [1]

Mezi vnitřním pnutím a deformací při svařování je příčinná souvislost. Jsou to dva na sobě závislé jevy, nelze je od sebe oddělovat. Vznikají působením tepelně deformačního cyklu svařování.

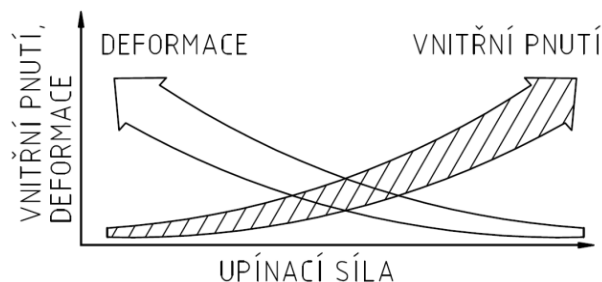
Deformace:

- Jsou nežádoucí změny tvarů a rozměrů jednotlivých dílů i celých svařených konstrukcí, které jsou nepřijatelné. Deformace po svařování lze odstranit několika způsoby např. rovnáním, broušením, ale zvyšují výrobní náklady.

Vnitřní pnutí:

- Pnutí jsou ve svarku přítomna, i když na něj nepůsobí žádné vnější síly a momenty. V některých částech svarku jsou tahová a jinde tlaková napětí. Nepříznivě se mohou projevit vznikem trhlin, po obrábění změnou tvaru, u konstrukcí snížením jejich únosnosti a zvýšenou náchylností ke korozi.

V praxi při svařování volně uložených dílů vznikají ve svaru a jeho nejbližším okolí zpravidla velké deformace (smrštění) a malá vnitřní pnutí. Při svařování dílů upnutých např. ve svařovacím přípravku většinou vznikají malé deformace a velká vnitřní pnutí. Vzájemný vztah mezi vnitřním pnutím a deformací je patrný z obr. 60.



Obr. 60 Vztah mezi vnitřním pnutím a deformací při svařování. [1]

8.2 Rozdělení a velikost vnitřních pnutí a deformací [1]

Vnitřní pnutí lze rozdělit podle objemu, ve kterém působí na pnutí:

- **Makroskopické** – Působí ve velkých objemech konstrukce a má určitý směr. Má rozhodující vliv na vznik trhlin a na uživatelské vlastnosti svarků,
- **Mikroskopické** – Působí v zrnech kovu, nezávisí na rozměrech a na tvaru konstrukce,
- **Submikroskopické** – Působí uvnitř krystalové mřížky. Má vliv pouze na mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti kovů.

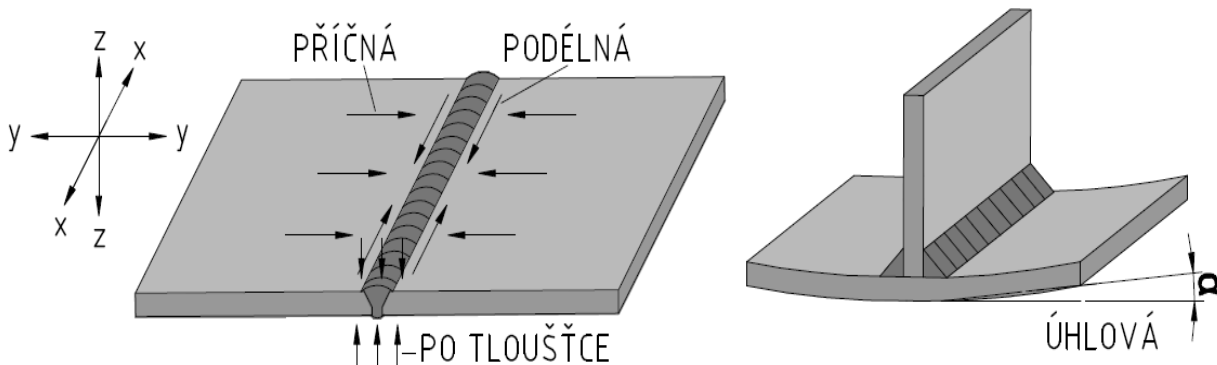
Deformaci po svařování lze posuzovat a třídit podle různých hledisek např. podle doby trvání nebo jejich působení k osám svaru.

Rozdělení deformací podle doby jejich trvání:

- **Deformace elastické** – Trvají jen po dobu působení napětí v oblasti Hookova zákona,
- **Deformace plastické** – Zůstávají i po odstranění síly, která je způsobila.

Rozdělení deformací vzhledem k osám svaru:

- **Deformace podélné** – Vznikají ve směru podélné osy svaru. Jedná se o podélné smrštění svařených desek obr. 61,
- **Deformace příčné** – Nastávají příčně k podélné ose svaru. Jedná se o příčné smrštění svařených desek obr. 61,
- **Deformace úhlové** – Jsou důsledkem příčného smrštění a pro svářeče nejvíce viditelné, proto u volně svařovaných dílců je vhodné takové předehnutí, aby po zhotovení a vychladnutí svarku byl dílec v požadovaném tvaru, obr. 61.



Obr. 61 Deformace po svaření. [1]

8.3 Způsoby snižování vnitřních pnutí a deformací [1]

Možnosti ke snižování velikosti vnitřních pnutí a deformací jsou ve všech etapách vzniku svařované konstrukce, v etapě předvýrobní (konstruktér, technolog), v etapě výrobní (svářeč) a v etapě po svaření (rovnání, mechanické zpracování svarků, žíhání ke snížení pnutí). Ve svářečské praxi je nutno současně využít všech nabízených možností a minimalizovat pnutí a deformace.

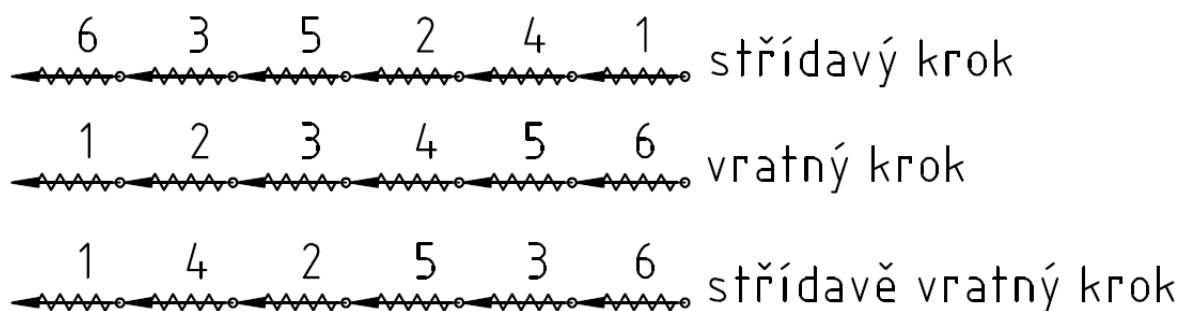
Možnosti snížení vnitřních pnutí:

- Nastavením nižších svařovacích parametrů,
- Zvolit vyšší svařovací rychlost,
- Menší úhel rozevření a úzká svařovací mezera,
- Nepoužívat pevné přípravky,
- Doporučený postup svařování.

Možnosti snížení deformace:

- Nastavením nižších svařovacích parametrů,
- Zvolit vyšší svařovací rychlost,
- Vhodné úhlové předehtnutí,
- Pevné přípravky,
- Svařovat přerušovaně a střídavě na více místech,
- Doporučený postup svařování.

Svářeč zajistí nejmenší vnitřní pnutí a deformaci především tím, že bude dodržovat předepsaný technologický postup a parametry svařování. Velikost vnitřních pnutí a deformaci výrazně ovlivňuje i sled kladení housenek. Při svařování jedním sledem jsou obecně velké deformace, ale malá vnitřní pnutí. Při svařování střídavým krokem jsou střední deformace a střední vnitřní pnutí. Při svařování vratným krokem jsou malé deformace a střední vnitřní pnutí. Při svařování střídavě vratným krokem jsou velmi malé deformace, ale velká vnitřní pnutí. Jednotlivé kroky jsou na obr. 62.



Obr. 62 Způsob svařování jednotlivými kroky pro snížení deformace.

9. ZKOUŠKY SVARŮ

- Teoretická část v rozsahu 4 hodin.

Zkoušky svarů se provádí za účelem zajištění bezpečnosti, kvality-jakosti daného svarového spoje, volí se vhodný druh zkoušky, kterých může být provedeno na svarovém spoji i více. Zkoušky se řídí podle příslušných norem.

Základní rozdělení zkoušek svarových spojů:

- Zkoušky nedestruktivní,
- Zkoušky destruktivní.

9.1 Zkoušky nedestruktivní

Při zkouškách nedestruktivních nedochází k poškození svařeného spoje. Zkoušky jsou určeny k zjišťování povrchových vad a vnitřních vad.

Metody ke zjištění povrchových vad:

- Vizuální,
- Magnetická prášková,
- Penetrační (kapilární).

Metody ke zjištění vnitřních vad:

- Ultrazvukem,
- Prozářením.

9.1.1 Vizuální kontrola [1]

Patří mezi nejjednodušší defektoskopické kontroly. Podle přístupnosti kontrolovaného povrchu máme vizuální kontrolu přímou, prováděnou pouhým okem nebo při použití optických pomůcek (lupy 3× až 6× zvětšující) nebo vizuální kontrolu nepřímou, prováděnou pomocí optických přístrojů (např. endoskop). Tato kontrola se provádí a je dostačující v základních kurzech svařování.

Posuzované vady:

- Nevyhovující velikost svaru, nerovnoměrná kresba, vady v napojení, neprovařený kořen, krápníky, zápaly atd., dle ČSN EN ISO 5817.

9.1.2 Magnetická prášková metoda [1]

Slouží ke zjišťování povrchových vad a vad těsně pod povrchem, lze použít jen u feromagnetických materiálů. Na zkoumaný povrch je nanesen ocelový prášek rozptýlen ve vhodné kapalině např. petrolej nebo suchý. V místě vzniklého magnetického rozptylového pole je prášek přitahován a vytváří zřetelnou stopu, která je indikací vady. K vytvoření magnetického pole jsou použity magnety nebo elektromagnety.

Posuzované vady:

- Trhliny, póry, dutiny.

9.1.3 Penetrační (kapilární) zkouška [1]

Tato metoda umožňuje zjišťovat povrchové vady, které však musí být na povrchu otevřené, aby do nich mohla vniknout detekční tekutina. Využívá kapilárních jevů smáčivosti a vzlínivosti.

Podle použitých detekčních prostředků rozeznáváme tyto metody:

- **Metoda barevné indikace** – přítomnost vady se projeví vznikem kontrastní barevné indikace. Hodnocení se provádí na denním světle,
- **Metoda fluorescenční** – vada se projeví světélkující indikací při černém ultrafialovém světle,
- **Metoda dvouúčelová** – použitý penetrant obsahuje fluorescenční látku, která je zároveň barvivem.

Postup zkoušky spočívá v očištění, odmaštění zkoušeného povrchu a po usušení je nanesen penetrant natíráním nebo stříkáním. Po uplynutí doby působení 10 až 15 minut je penetrant odstraněn čističem, nejčastěji organická rozpouštědla benzín a aceton. Následuje vyvolání indikace pomocí vývojky (např. oxid zinečnatý) suspendovaný v těkavém rozpouštědle (acetonu) a vyhodnocení indikace.

Posuzované vady:

- Trhliny, studené spoje, povrchové póry.

9.1.4 Metoda ultrazvuková [1]

Princip zkoušení ultrazvukem je založen na šíření akustického vlnění zkoušeným předmětem. Pokud jsou ve zkoušeném díle vady (bubliny, póry, vměstky, trhliny), vznikají rozdílné akustické vlastnosti a na jejich rozhraní pak dochází k interakci (odraz, částečné pohlcení) ultrazvukového vlnění. Změny se následně projeví na obrazovce jako poruchové echo. Ultrazvukovou metodou lze zjišťovat vnitřní prostorové vady a vady plošné, kolmé k ose ultrazvukového svazku. Ultrazvukem nelze rozlišovat od sebe jednotlivé druhy vad (např. trhliny od studených spojů).

Zdroje ultrazvukových impulsů jsou ultrazvukové zkušební sondy, jejichž základním prvkem je elektroakustický měnič.

9.1.5 Metoda prozářením [1]

Jedná se o nejstarší metodu nedestruktivního zkoušení a její princip spočívá v pohlcování ionizačního záření v kontrolovaném výrobku a z následného zviditelnění prošlého záření vhodným detektorem a lze stanovit místa, ve kterých se vyskytují vady. V těchto místech je záření pohlcováno méně a na filmu se potom jeví jako tmavší místa. Zdroje záření se používají rentgenové lampy (záření X – rentgenové), radioizotopy (záření gama – iridium, kobalt) nebo lineární urychlovače (záření XX - urychlené elektrony). Jako detektor záření se používá radiografický film.

9.2 Zkoušky destruktivní

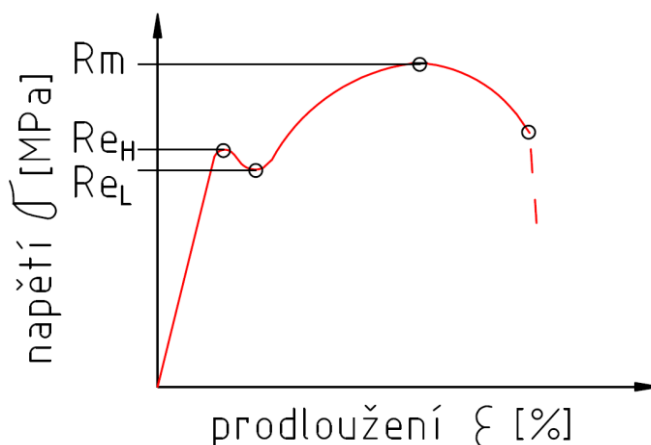
Destruktivní zkoušky se provádí přímo na svařovaném vzorku nebo konstrukci, případně je vyříznutá část svařovaného místa podrobena dané destruktivní zkoušce. Ve všech případech dochází k porušení svařeného vzorku nebo konstrukce a nelze svařovaný spoj účelně použít.

Základní destruktivní zkoušky:

- Zkouška tahem,
- Zkouška vrubové houževnatosti (zkouška rázem v ohybu),
- Zkouška tvrdosti,
- Zkouška v ohybu (zkouška lámavosti),
- Zkouška rozlomením.

9.2.1 Zkouška tahem [1]

Tato zkouška je také nazývána jako příčná zkouška tahem. U svarových spojů je nutné zkušební tyče zhotovit tak, aby orientace zatížení při zkoušce byla kolmá k podélné ose svarového spoje. Provádí se na trhacích strojích, kde je upnut vyříznutý vzorek svaru v požadované velikosti a namáhán až po jeho přetržení. Přetržení vzorku je zaznamenáno v tahovém diagramu obr. 63, který představuje lineární závislost na napětí, Hookův zákon.



Obr. 63 Tahový diagram.

Hookův zákon:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \text{ [MPa]} \quad (9.1)$$

Kde: σ [MPa] je napětí,
 ε [%] je deformace,
 E [MPa] je modul pružnosti v tahu.

Mez kluzu:

- Značí se R_e – je to oblast namáhání materiálu v maximální elastické deformaci. Po uvolnění napětí materiál zaujme původní velikost, pokud dojde k překročení napětí nad mez kluzu, vzniká plastická deformace a zkoušený materiál je poškozený. Pro přesnější měření u materiálů, které vykazují kluzový jev jako např. ocel, se uvádí dolní mez kluzu (R_{eL}) a horní mez kluzu (R_{eH}) Přechod z R_{eH} do R_{eL} je charakterizován poklesem napětí a vznikem plastické deformace.

Mez pevnosti:

- Značí se R_m – oblast, ve které je daný materiál namáhán největším napětím. Při snížení napětí zůstává materiál v jiném tvaru než původním. Při pokračujícím napětí za R_m dochází k snižování napětí, jelikož nastává přetržení materiálu. Tato oblast od R_e po R_m je nazývána plastická deformace.

Tažnost:

- Značí se A – představuje schopnost materiálu plasticky se deformovat. Jedná se o poměr prodloužení tyče k původní délce v %.

$$A = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (9.2)$$

Kde: A [%] je tažnost,
 L [mm] je délka tyče po přetržení,
 L_0 [mm] je výchozí měřená délka tyče.

Kontrakce:

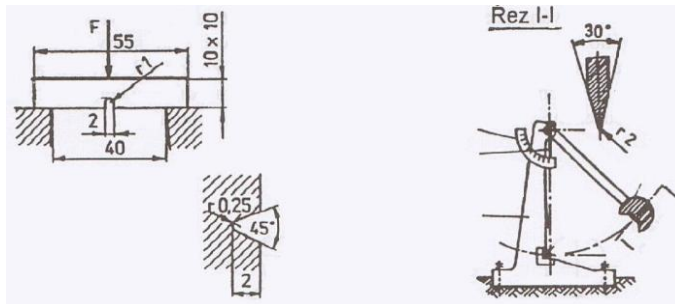
- Značí se Z – charakterizuje poměr úbytku průřezu plochy v krčku k původnímu průřezu tyče.

$$Z = \frac{S_0 - S}{S_0} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (9.3)$$

Kde: Z [%] jsou kontrakce,
 S_0 [mm²] je výchozí průřez tyče,
 S [mm²] je průřez tyče v krčku po přetržení.

9.2.2 Zkouška vrubové houževnatosti [1]

Zkouška rázem v ohybu slouží ke srovnání náchylnosti ocelí a svarových spojů ke křehkému porušení. Zkouší se na normovaném tělísku o rozměrech $10 \times 10 \times 55$ mm a v příčném směru je vyroben vrub. Vrub může mít tvar písmene „V“ označení KCV nebo tvar písmene „U“ označení KCU. Zkouška se provádí na Charpyho kladivu podle obr. 64. Kladivo je spuštěno z horní úvratě a ve spodní úvratí narazí beranem do zkušebního tělísku v místech naproti patřičnému vrubu. Dojde k přeražení tělísku a hodnota přeběhu beranu za spodní úvrať je zaznamenána na stupnici a stanoví se hodnota spotřebované práce v joulech [J], ze které lze spočítat vrubovou houževnatost [$J \cdot \text{cm}^{-2}$]. Spotřebovaná práce je vyjádřena v označení ocelí podle ČSN EN 10027-1 písmeny J (27J), K (40J), L(60J) v závislosti na teplotě přeražení, v kapitole 3.4.3.



Obr. 64 Zkouška vrubové houževnatosti a používané zkušební těleso s vrubem KCV2 včetně Charpyho zkušební kladiva. [1]

9.2.3 Zkouška tvrdosti [1]

Tvrdost je definována jako odpor proti vnikání cizího tělesa do povrchu zkoušeného materiálu (svarového spoje). Tvrdost lze posuzovat podle velikosti stopy, která vznikla vtlačováním tělesa podle typu zkoušky. Zkoušky tvrdosti se člení na statické a dynamické.

Statické zkoušky podle:

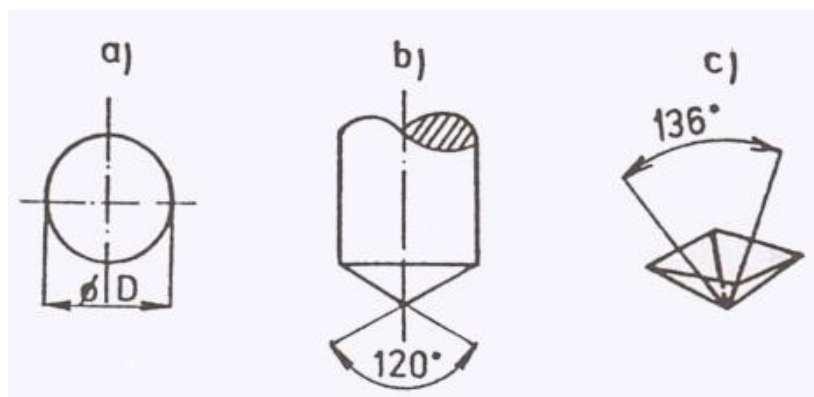
- Brinella – HB, vtlačování kalené kuličky,
- Rockwella – HRC, vtlačování diamantového kužele,
- Vickerse – HV, vtlačování diamantu ve tvaru pravidelného čtyřbokého jehlanu.

U těchto zkoušek je důležitá síla, doba zatěžování a teplota, při které je zkouška prováděna. Typy tělísek jsou uvedeny na obr. 65.

Dynamické zkoušky:

- Poldi kladívko,
- Baumannovo kladívko,
- Shoreho skleroskop,
- Duroskop.

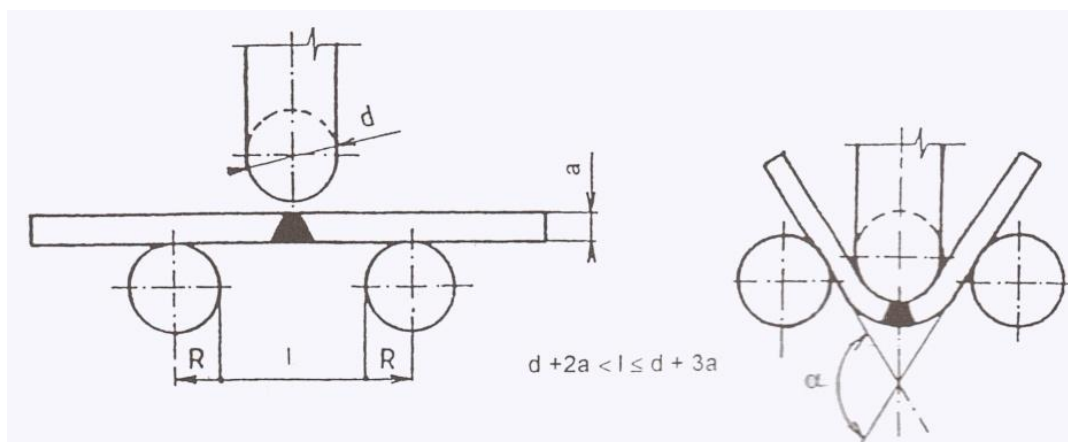
Nejčastěji se používá Poldi kladívko. Rázem kladiva na úderník dojde ke vtisku kuličky jak do zkoušeného materiálu, tak do srovnávací tyčinky známé tvrdosti. Komparací vtisků lze určit tvrdost zkoušeného materiálu.



Obr. 65 Vtlačovací tělíska. Metody: a) Brinellova, b) Rockwellova, c) Vickersova. [1]

9.2.4 Zkouška v ohybu

Zkouška probíhá u tupých svarových spojů a zjišťuje se deformační schopnost daného svarového vzorku, obr. 66. Zkušební vzorek je podepřen ze strany krycí vrstvy a působící síla ohýbacího trnu z kořenové strany vyvozuje ohyb na předepsaný úhel 120° . Průměr ohýbacího trnu je $4 \times$ tloušťka zkušebního materiálu.



Obr. 66 Ohybová zkouška. [1]

9.2.5 Zkouška rozlomením

Jedná se o jednoduchou zkoušku prováděnou na koutových svarech, kdy je svařený vzorek rozlomen ve svarovém spoji. Rozlomení lze provést několika způsoby, např. hydraulickým nebo mechanickým lisem, dílenským svěrákem, kladivem. Kontroluje se, zda nevznikly studené spoje, trhliny, vměstky a neprůvar.

10. VADY VE SVARECH

- Teoretická část v rozsahu 4 hodin.

Vady jsou nedokonalosti, odchylky od požadované kvality-jakosti nejčastěji podle příslušných norem. V systémech řízení jakosti, do kterých spadá také svařování, se používá norma ČSN EN ISO 6520-1 a zjednodušená norma ČSN EN ISO 5817, která uvádí tři stupně kvality B, C a D. V kvalifikaci vad musí být jasně vymezeny jednotlivé rozsahy a jejich přípustnosti, podle kterých jsou kladeny požadavky na kvalifikace svářeče. Stupeň kvality B je nejvyšší a odpovídá kvalifikaci svářeče podle normy ČSN EN 287-1. Stupně kvality C se především řídí svářeči s kvalifikací základního kurzu svařování podle normy ČSN 05 0705.

10.1 Výklad normy ČSN EN ISO 5817

Norma je využívána zejména při vizuální kontrole svarů provedených tavným svařováním. Každá zjištěná vada se posuzuje samostatně. Její vyhodnocení se provede dle této normy a na tomto základě je svar z pohledu dané vady zařazen do příslušného stupně kvality-jakosti (B – nejvyšší, C, D – nejnižší). Označení vad (referenční číslo) je převzato z ČSN EN ISO 6520-1.

Norma ČSN EN ISO 6520-1 rozděluje vady do 6 skupin:

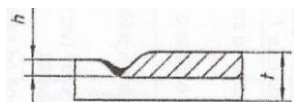
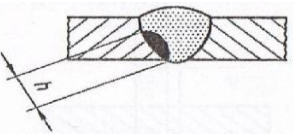
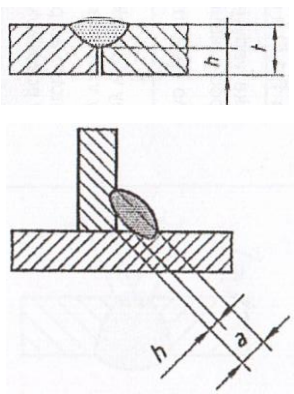
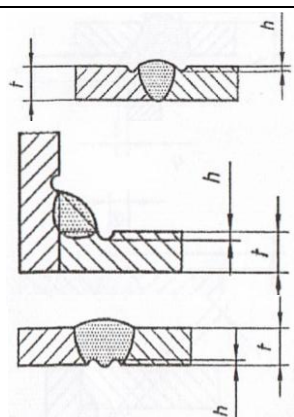
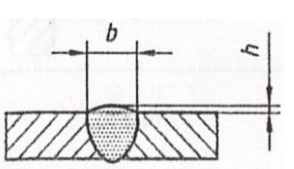
- Trhliny,
- Dutiny,
- Pevné vměstky,
- Studené spoje,
- Vady tvaru a rozměru,
- Jiné vady.

10.1.1 Přehled vad ve svarech

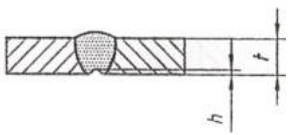
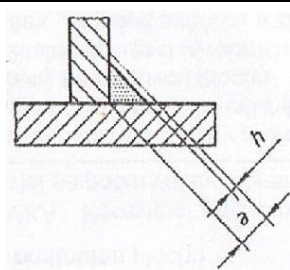
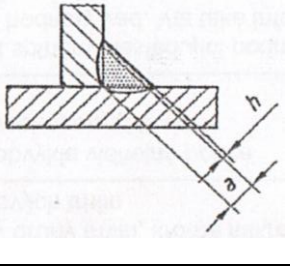
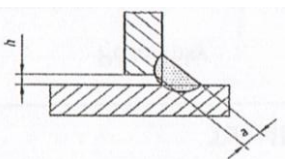
Pro jednotný mezinárodní zápis jednotlivých vad slouží číselné označení referenčními čísly (kódy), které se uvádí u vyhotovených zkoušek svarových spojů, v požadavcích na kvalitu-jakost svarového spoje a každý svářeč musí mít informaci, do jaké hodnoty musí splnit rozsah vad podle své kvalifikace. V základním kurzu svařování je posuzován vyhotovený svar pouze vizuální kontrolou, což jsou povrchové vady, ale frekventant musí pochopit možné problémy vznikající vnitřními vadami. Předpis pro kvalitu-jakost svarů u zkoušek svářečů v základním kurzu je stupeň jakosti C dle ČSN EN ISO 5817, s výjimkou vad nadměrného převýšení tupého i koutového svaru, nadměrného převýšení kořene a překročení velikosti koutového svaru. Takto jsou kontrolovány svary frekventantů i během výcviku. Přehled vad a vyhodnocení podle ČSN EN ISO 5817 týkající se svařování u základních svářečů podle ČSN 05 0705 je uveden v tab. 3.

Tab. 3 Přehled vad a vyhodnocení zkušebních svarů u základních svářečů. [6]

ČSN EN ISO 5817 – stupeň jakosti C - Příprava svářečů dle ČSN 050705 (Základní kurz)

Kód vady dle ČSN EN ISO 6520-1	Název vady	Přípustnost <i>Poznámka</i>	Obrázek vady
100 (104)	Trhliny (kráterové trhliny).	Nepřípustné!	
2017	Povrchový pór.	Pro t = 0,5 ÷ 3 mm včetně: Nepřípustný! Pro t větší než 3 mm: d ≤ 0,2 s nebo a, max. 2 mm.	
2025	Koncová kráterová staženina.	Pro t = 0,5 ÷ 3 mm včetně: Nepřípustná! Pro t větší než 3 mm: h ≤ 0,1 t, ale max. 1mm.	
401	Studený spoj. Mikroskopický studený spoj.	Nepřípustný! Přípustný. <i>Vada zjistitelná pouze zkouškami mikrostruktury.</i>	
4021	Neprovařený kořen.	Nepřípustný! <i>Pouze pro tupé jednostranné svary.</i>	
5011 5012 5013 5014 5015	Souvislý zápal. Nesouvislý zápal. Vruby v kořeni. Vruby mezi housenkami. Místní zápaly.	Pro t = 0,5 ÷ 3 mm včetně: Krátké vady: h ≤ 0,1 t. Pro t větší než 3 mm: h ≤ 0,1 t, ale max. 0,5 mm. <i>Požadován plynulý přechod do základního materiálu. Nepovažuje se za systematickou vadu. Krátké vruby nepravidelně rozmístěné na stranách svařových housenek nebo jejich povrchu.</i>	
502	Nadměrné převýšení tupého svaru.	h ≤ 1 mm + 0,25 b, ale max. 10 mm. <i>b = šířka housenky. Je požadován plynulý přechod.</i>	

503	Nadměrné převýšení koutového svaru.	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, max. 5 mm. <i>b = šířka housenky.</i>	
504 5041 5042 5043	Nadměrný průvar (Nadměrné převýšení kořene). Místní nadměrný průvar (Krápník). Souvislý nadměrný průvar. Nadměrné protavení.	Pro $t = 0,5 \div 3 \text{ mm}$ včetně: $h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$. Pro t větší než 3 mm: $h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$, max. 5 mm. <i>b = šířka kořenové housenky.</i> <i>Tupé a koutové svary.</i>	
505	Strmý přechod svaru.	Tupý spoj min. 110° . Koutový spoj min. 100° . <i>Přechodový úhel mezi základním materiálem a svarovou krycí housenkou u tupého i koutového svaru.</i>	
506	Přetečení.	Nepřípustné!	
507 5071 5072	Lineární přesazení. Lineární přesazení mezi plechy. Lineární přesazení mezi trubkami.	Pro $t = 0,5 \div 3 \text{ mm}$ včetně: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$. Pro t větší než 3 mm: $h \leq 0,15 t$, max. 3 mm. $h \leq 0,5 t$ mm, max. 3 mm.	
508	Úhlové přesazení	Max. 2°.	
509 511	Proláklna. Neúplné vyplnění svaru.	Pro $t = 0,5 \div 3 \text{ mm}$ včetně: Krátké vady: $h \leq 0,1 t$. Pro t větší než 3 mm: Krátké vady: $h \leq 0,1 t$, max. 1 mm.	
512	Nadměrná asymetrie koutového svaru.	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$.	

515	Hubený kořen.	Pro $t = 0,5 \div 3$ mm včetně: Krátké vady: $h \leq 0,1 t$. Pro t větší než 3 mm: Krátké vady: $h \leq 0,1 t$, max. 1 mm.	
516	Pórovitost kořene.	Nepřípustné!	
517	Vadné napojení.	Nepřípustné!	
5213	Podkročení velikosti koutového svaru.	Pro $t = 0,5 \div 3$ mm včetně: Krátké vady: $h \leq 0,2$ mm. Pro t větší než 3 mm: Krátké vady: $h \leq 0,3$ mm + 0,1 a, max. 1 mm.	
5214	Překročení velikosti koutového svaru.	Neomezeno.	
601	Dotek elektrodou.	Nepřípustný!	
602	Rozstřík.	Nepřípustný!	
617	Nesprávné sestavení koutových svarů.	Pro $t = 0,5 \div 3$ mm včetně: $h \leq 0,3$ mm + 0,1 a. Pro t větší než 3 mm: $h \leq 0,5$ mm + 0,2 a, max. 3 mm.	

h = charakteristický rozměr vady,

t = tloušťka stěny trubky nebo tloušťka plechu (jmenovitý rozměr),

a = velikost koutového svaru,

d = průměr dutiny.

11. PŘEDPISY, NORMY A POSTUPY PRO SVAŘOVÁNÍ

- Teoretická část v rozsahu 3 hodin.

11.1 Normalizace ve svařování [1]

Pro sjednocení označování svarů na výkresech, poloh svařování (kapitola 7.3) a technologií (např. 131, 135, 141 atd.) jsou vydány mezinárodní normy. Česká republika, která je členem CEN (Evropský výbor pro normalizaci) má povinnost převzít všechny evropské normy do své národní soustavy, vydávat je v identickém textu bez jakýchkoli modifikací a aktivně se účastnit při tvorbě evropských norem.

11.1.1 Označování svarů na výkresech [1]

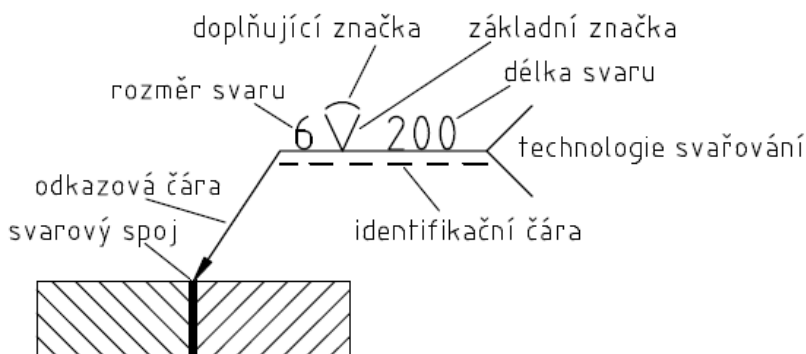
Spoje se označují tak, aby označení odpovídalo všeobecným pravidlům používaným pro technické výkresy, proto se doporučuje pro zjednodušení používat označení podle normy ČSN EN 22 553.

11.1.2 Umístění značek na výkrese [1]

Označení svaru tvoří odkazová čára se šipkou obr. 67, která směřuje do místa kde je svar. Značky svarů se umísťují na praporek odkazové čáry, který je tvořen dvěma rovnoběžnými čarami, z nichž jedna je plná a druhá přerušovaná, většinou se kreslí rovnoběžně se spodním okrajem výkresu. Základní značky svarů jsou uvedeny v tab. 4, doplňující značky v tab. 5, způsoby značení velikosti koutových svarů obr. 68 a doplňkové značky a údaje o svaru obr. 69.








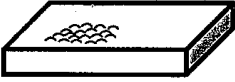



Poloha značky vůči praporku odkazové čáry se řídí těmito pravidly:

- Je-li povrch svaru na straně odkazové čáry, umísťuje se značka na stranu plné čáry praporku,
- Je-li povrch svaru na straně protilehlé k odkazové čáře, umísťuje se značka na stranu přerušované (identifikační) čáry.



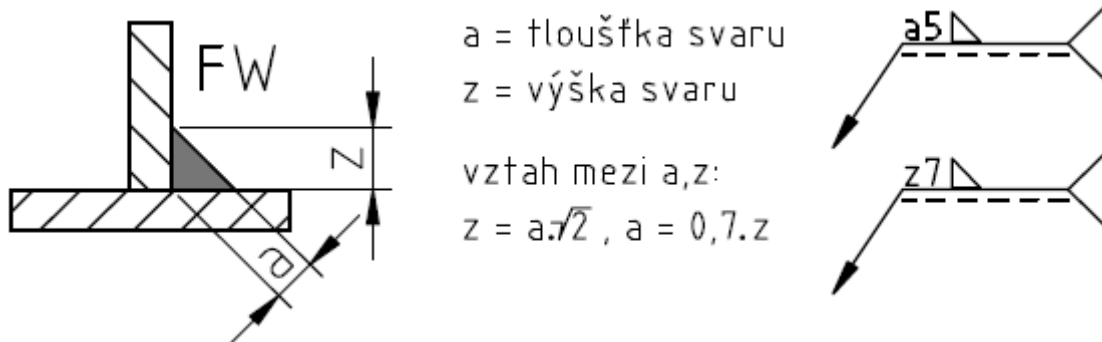
Obr. 67 Označování svarů.

Tab. 4 Základní značky svarů, jejich kombinace, pojmenování a zobrazení. [1]

číslo	Pojmenování spoje	zobrazení	značka
1	I svar		
2	V svar		V
3	1/2 V svar		V
4	Y svar		Y
5	U svar		U
6	Koutový svar		△
7	Bodový svar		○
8	Návar		3
9	Oboustranný V svar (X svar)		X
10	Oboustranný 1/2 V svar (K svar)		K
11	Oboustranný U svar		U

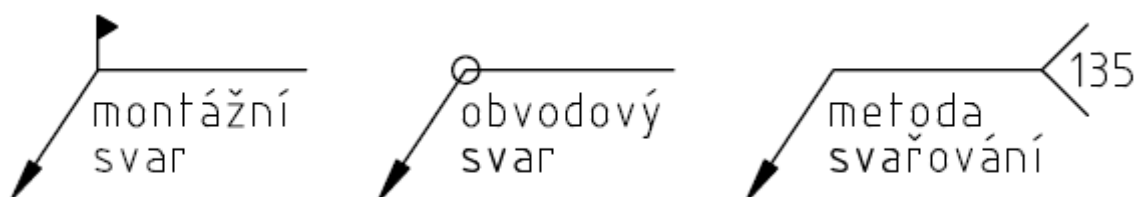
Tab. 5 Doplnující značky. [1]

Tvar povrchu spoje	značka
Ploché	—
Převýšený	⌒
Vydutý	⌒
Opracované přechody	⌒
Přivařená podložka	⌒M
Odnímatelná podložka	⌒MR



a = tloušťka svaru
 z = výška svaru
 vztah mezi a, z :
 $z = a \cdot \sqrt{2}$, $a = 0,7 \cdot z$

Obr. 68 Způsoby značení velikosti koutových svarů.



Obr. 69 Doplnkové značky a údaje o svaru.

11.2 Výklad normy ČSN 05 0705

- **Zaškolení pracovníků a základní kurzy svářečů.**

11.2.1 Předmět normy [7]

Tato norma platí pro přípravu a zkoušení pracovníků v oblasti svařování kovů a plastů za účelem získání odborné způsobilosti, potřebné k výkonu jednoduchých svářečských operací a pomocných prací spojených se svařováním, navařováním, pájením a řezáním materiálů. Podle této normy se postupuje v případě, že pro činnost svářeče postačuje odborná způsobilost ve stupni kvalifikace 0 – národní kvalifikace.

Norma stanovuje požadavky pro základní teoretickou a praktickou přípravu svářeče, způsoby provádění a hodnocení zkoušky svářeče a vydávání „Osvědčení o zkoušce“.

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

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 něž jsou kladeny specifické požadavky na bezpečnost svařovaných konstrukcí a výrobků podle technických norem a předpisů.

11.2.2 Základní kurzy [7]

Základní kurzy pořádají svářečské školy, které jsou pro tuto činnost personálně a technicky vybaveny. Svářečská škola musí mít svářečského inženýra nebo technologa s platným oprávněním pro vizuální kontrolu, který odpovídá za úroveň jak teoretické tak praktické přípravy absolventů kurzů a dále svářečského praktika (instruktora svařování), absolventa kvalifikačního kurzu svářečského praktika s příslušnou svářečskou zkouškou, který většinou vede praktickou přípravu. Svářečská škola může provádět kurzy pouze do úrovně vzdělání svářečského praktika. Kurzy se doporučuje provádět podle schválených osnov. Svářečská škola provádí evidenci a archivaci dokumentů o školení a zkoušení účastníků. Zřizovatel svářečské školy je povinen zajistit samostatnou dílnu s pracovišti pro odborný výcvik v příslušných metodách svařování, splňující podmínky dané ČSN 05 0600 a ČSN 05 0601 a pro teoretickou přípravu s příslušnými metodickými a didaktickými vyučovacími pomůckami, zařízením, včetně sociálního zařízení, skladového hospodářství a strojního parku.

11.2.3 Zkoušky [7]

Při zkouškách je na každém 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, bez souhlasu zkušebního orgánu. Pokud svářeč zjistí při svařování ve svaru ojedinělou vadu, předloží zkušební vzorek zkušebnímu orgánu k posouzení a rozhodnutí, zda může svařit vzorek nový. U nevyhovujících zkoušek, teoretických i praktických, rozhodne zkušební orgán o rozsahu a termínu opravné zkoušky. Protokol o zkoušce obsahuje hodnocení všech částí zkoušky. Teoretická i 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.

Při zkoušce svařování elektrickým obloukem, svaří svářeč koutové svary na plechu v poloze PB (vodorovná šikmo shora) a v poloze PF (svislá nahoru) a tupé svary na plechu v poloze PA (vodorovná shora) a PF (svislá nahoru). Svářeč smí při zkoušce v kurzu pro metodu MAG (metoda 135) používat ochranný plyn CO₂ nebo směsné plyny.

Svářeč je povinen provést v každé vrstvě minimálně jedenkrát napojení svarové housenky. Konečný vzhled nesmí upravovat bez souhlasu zkušebního orgánu.

11.2.4 Posuzování zkoušky v základním kurzu [7]

Zručnost svářeče posuzuje zkušební orgán v průběhu svařování zkušebních vzorků. Pokud zjistí, že svářeč nemá základní znalosti ze svařování nebo svévolně porušil podmínky zkoušky, vyloučí ho z pokračování zkoušky.

11.2.5 Hodnocení praktické zkoušky [7]

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 zaznamená zkušební orgán také hodnocení teoretické. Pokud jsou všechna hodnocení vyhovující, zapíše zkušební orgán hodnocení „prospěl“. V opačném případě „neprospěl“.

11.2.6 Opravná zkouška [7]

Pokud frekventant nevyhověl, má právo opakovat zkoušku 2 krát, vždy do tří měsíců od poslední zkoušky. Pokud nevyhověl z teorie, musí se v určitém termínu podrobit opakování teoretické zkoušky. Pokud nevyhověl z praktické části zkoušky, může zkoušku opakovat po přiměřeném zácviku ve svářečské škole v rozsahu, který určí zkušební orgán. Druhou opakovací zkoušku musí frekventant opakovat v celém rozsahu. Nevyhoví-li pracovník v celém rozsahu závěrečné zkoušky, musí pro získání požadované kvalifikace opakovat celý kurz.

11.2.7 Metoda svařování [7]

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

11.2.8 Platnost „Osvědčení o základním kurzu svařování“ [7]

„Osvědčení o základním kurzu svařování“ platí dva roky ode dne, 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, potvrzené svářečským dozorem nebo pověřeným pracovníkem. V případě, že se nedostaví k doškolení a přezkoušení do čtyř let, musí vykonat novou zkoušku v rozsahu zkoušky po ukončení základního kurzu. V případě, že se svářeč nedostaví do šesti let, musí opakovat kurz a původní zkouška pozbývá platnost.

11.3 Specifikace postupu svařování-WPS [1]

Specifikace postupů svařování je základem pro přesné stanovení svářečských a kontrolních operací v průběhu svařování. Vypracování písemných postupů svařování je základním předpokladem, nikoliv však zárukou splnění požadavků. Vypracovaný předběžný postup svařování se značí „pWPS“ a schválený postup svařování „WPS“ a je nedílnou součástí technologického postupu na provedení svářečské operace. Svářeč provádí předepsané svářečské práce podle požadavků, uvedených v technologickém postupu a stanovených parametrů ve WPS. Požadavky na obsah WPS stanovuje norma ČSN EN 288-2:1995/A1:1998. Tento postup svařování se zpracovává ve formě přehledného formuláře, ve kterém jsou uvedeny všechny podstatné údaje o svařování. Normalizované údaje uvedené ve formuláři jsou vhodné

pro převážnou část svařovacích postupů. Připravené postupy svařování pro základní kurz svařování metodou 135 jsou uvedeny v přílohách.

11.4 Zkušební testy

Teoretické znalosti při zkouškách frekventantů jsou nejčastěji ověřovány formou testu z bezpečnostního ustanovení a testu z technologie svařování popřípadě doplněné ústní zkouškou. Testy musí být podle platných norem a vytvářejí je zkušební organizace. Například test od zkušební organizace TESYDO, s.r.o., obsahuje 30 otázek s třemi odpověďmi, z nichž jedna je správně, tyto testy jsou velice dobře zpracovány a ověřují tak komplexní znalosti z oblasti svařování dostačující pro základní svářeče. Příklady testů od zkušební organizace TESYDO, s.r.o., jsou uvedeny v přílohách.

11.4.1 Návrh otázek do zkušebního testu [9]

Navržené otázky zkušebních testů mají pouze ukázkový charakter a spolu s odpověďmi se jedná o vlastní tvorbu. Správné odpovědi v tab. 6, jsou uvedeny z bezpečnostních předpisů.

Tab. 6 Testy z bezpečnostních předpisů. [9]

<p>1. Minimální volná plocha k trvalému svařování pro jednoho svářeče musí být:</p> <p>a) 8 m². b) 2 m². c) 4 m².</p>
<p>2. Minimální prostor k trvalému svařování pro jednoho svářeče musí být:</p> <p>a) 10 m³. b) 12 m³. c) 15 m³.</p>
<p>3. Prostor s nebezpečím otravy je:</p> <p>a) Prostor, v kterém je cítit silný aromatický zápach. b) Prostor, do kterého je vstup nepovolaným osobám zakázán. c) Prostor, v němž je značně překročená nejvyšší přípustná koncentrace škodlivin.</p>
<p>4. Přilehlé prostory jsou:</p> <p>a) Spojené s místem svařování dveřmi, otvory, kanály, prostupy, apod. b) Všechny samostatně stojící budovy vzdáleny do 50 metrů. c) Okolí celého objektu, v kterém se provádí svařování, parkoviště, přístupové cesty, parky.</p>
<p>5. Dýchací zóna je prostor:</p> <p>a) V kterém nevznikají problémy při dýchání. b) Ve výšce dýchacích cest svářeče. c) Kde je čisté ovzduší.</p>
<p>6. Dílce připravené pro svařování musí být:</p> <p>a) V okolí svarového spoje suché a čisté, zbavené látek, z nichž při svařování vznikají škodliviny. b) Opatřeny speciálním nátěrem, který zabraňuje vzniku koroze. c) Jednoznačně označeny pro následující identifikaci svářeče při kontrole svarového spoje.</p>

7. Svářečské práce mohou vykonávat osoby:

- a) Které mají platný svářečský průkaz pro danou metodu a jsou starší 17 let.
- b) Které mají platný svářečský průkaz pro danou metodu a jsou starší 18 let.
- c) Které mají potřebné vybavení k provádění svářečských prací.

8. Mezi základní ochranné pracovní prostředky patří:

- a) Spodní prádlo, vhodná sportovní obuv, kožená zástěra, gumová čepice
- b) Ochranné brýle, rukavice, ochranná kukla nebo štít s filtrem, kožená zástěra, kožená pracovní obuv.
- c) Sluneční brýle, gumové rukavice, ochranná kukla nebo štít bez filtru a vysoká pracovní obuv.

9. Svařovací vodič je:

- a) Izolovaný vodič (kabel), který nesmí být propojen se svařovacím zdrojem a nástrojem.
- b) Neizolovaný vodič (kabel), který elektricky propojuje svařovací zdroj se svařovacím nástrojem nebo svařencem.
- c) Izolovaný vodič (kabel), který elektricky propojuje svařovací zdroj se svařovacím nástrojem nebo svařencem.

10. Bezpečnostní předpisy pro svařování popisují tyto normy:

- a) ČSN 05 0600, ČSN 05 0601, ČSN 05 0630.
- b) ČSN 05 0620, ČSN 05 0621, ČSN 05 0631.
- c) ČSN 05 0680, ČSN 05 0681, ČSN 05 0682.

11. Podlaha svářečského pracoviště musí být:

- a) Z nehořlavého materiálu, nejlépe kovové konstrukce.
- b) Z nehořlavého materiálu opatřené nátěrem, který odráží světlo.
- c) Z nehořlavého materiálu, musí odolávat mechanickým a jiným vlivům.

12. Prostor s nebezpečím zadušení je:

- a) Prostor, v kterém je vakuum.
- b) Prostor, v němž není dostatek vzduchu.
- c) Prostor, v němž je příliš velké teplo.

13. Nejkratší doba požárního dohledu po svařování je:

- a) 8 hodin.
- b) 10 hodin.
- c) 6 hodin.

Správné odpovědi: 1b, 2c, 3c, 4a, 5b, 6a, 7b, 8b, 9c, 10a, 11c, 12b, 13a.

Tab. 7 Testy z technologie svařování.

1. Při svařování vpřed vzniká svarová housenka:

- a) Za hořákem.
- b) Před hořákem.
- c) Nad hořákem.

2. Druh svaru FW je:

- a) Tupý.
- b) Ostrý.
- c) Koutový.

<p>3. Svar BW PF je:</p> <p>a) Koutový, v poloze svislé nahoru. b) Tupý, v poloze svislé nahoru. c) Tupý, v poloze svislé dolů.</p>
<p>4. Zkouška tvrdosti podle Brinella se značí:</p> <p>a) HB. b) HD. c) HR.</p>
<p>5. Mez pevnosti a mez kluzu se značí:</p> <p>a) R_u a R_p. b) R_t a R_s. c) R_m a R_e.</p>
<p>6. Při zapojení elektrody na plus pól se jedná o polaritu:</p> <p>a) Přímou. b) Nepřímou. c) Klesající.</p>
<p>7. Při svařování metodou 135 (MAG) se používá ochranný plyn:</p> <p>a) CO_2. b) He. c) O_2.</p>
<p>8. Lahev s oxidem uhličitým je označena barvou:</p> <p>a) Červenou. b) Modrou. c) Šedou.</p>
<p>9. Výlet drátu se doporučuje:</p> <p>a) $10 \times$ průměr svařovacího drátu. b) $6 \times$ průměr svařovacího drátu. c) $4 \times$ průměr svařovacího drátu.</p>
<p>10. Zkratový přenos kovu probíhá v:</p> <p>a) Inertním plynu při napětí $22V \div 32V$ b) Aktivním plynu při napětí $14V \div 22V$. c) Směsném plynu při napětí $30V \div 40V$.</p>
<p>11. Teplota tavení čistého železa je:</p> <p>a) $1539^\circ C$. b) $1139^\circ C$. c) $1859^\circ C$.</p>
<p>12. Doporučený průtok plynu je:</p> <p>a) 4 až 6 l/min. b) 12 až 17 l/min. c) 30 až 40 l/min.</p>
<p>13. Při vizuální kontrole se zjišťují vady:</p> <p>a) Neviditelné. b) Vnitřní. c) Povrchové.</p>

Správné odpovědi: 1a, 2c, 3b, 4a, 5c, 6b, 7a, 8c, 9a, 10b, 11a, 12b, 13c.

12. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je vytvořit jednoduché a zároveň dostačující učební texty v souladu s normou ČSN 05 0705 a osnovami České svářečské společnosti-ANB, pro přípravu svářečů v základních kurzech svařování metodou 135, s podrobnější praktickou částí. Na trhu existuje celá řada učebnic pro výuku v základním kurzu svařování, ovšem s minimální praktickou částí, postupem přípravy svarových vzorků a samotným svařováním.

Kapitoly v této bakalářské práci jsou vhodně pedagogicky uspořádané s ohledem k začínajícím frekventantům, pro snadnější pochopení a dosažení požadovaného cíle. Převážná část kreslených obrázků je vlastní tvorba vytvořena v programech AutoCad 2007a Solid Works 2010. V úvodní části je popsána nauka o materiálu věnující se především oceli, jejího rozdělení, značení a tepelného zpracování. Po stručné charakteristice metody následují přídatné materiály a jejich rozdělení. V kapitole základy elektrotechniky jsou uvedeny základní veličiny, jejich rozdělení a dále je v elektrotechnice směřováno do oblasti svařování. Hlavní kapitolou je technologie svařování, kde jsou uvedeny svařovací parametry, postupy, nastavení, příprava svarových ploch, pracoviště a technika svařování. Další kapitoly deformace a pnutí, zkoušky svarů a vady ve svarech jsou nezbytnou součástí informací a vědomostí, které musí svářeč respektovat a podle nich provádět patřičné svarové spoje. Závěr této práce obsahuje normalizaci ve svařování, výklady norem, specifikaci postupu svařování WPS a návrh zkušebních testů.

V přílohách jsou uvedeny předběžné postupy svařování pWPS pro svary prováděné v základním kurzu svařování, dalšími přílohami jsou vzory zkušebních testů od zkušební organizace TESYDO, s.r.o., testy z bezpečnostních ustanovení a testy z technologie svařování. Přílohy s rozdělením ocelí do skupin a podskupin 1.1 a 1.2. Příloha vzoru „Osvědčení o základním kurzu svařování“ a přílohy kvalifikací pro instruktory svařování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARTÁK, Jiří, et al. *Učební texty pro evropské svářečské specialisty, praktiky a inspektory*. Ostrava : ZEROSS, 2002. 418 s. ISBN 80-85771-97-7.
- [2] KUBÍČEK, Jaroslav. *Technologie II : Část svařování* [online]. Brno : [s.n.], 2006 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory.htm>>.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ. *Technologie svařování a zařízení*. 1. Vyd. Ostrava : ZEROSS, 2001. 395 s. ISBN 80-85771-81-0.
- [4] ESAB VAMBERK, s.r.o. *Katalog výrobků 2010* [CD-ROM]. 2. Vyd. 2010 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://products.esab.com/Templates/T129.asp?id=130282>>.
- [5] FRONIUS Česká republika, s.r.o. [online]. 2011 [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: <http://www.fronius.cz/cps/rde/xchg/SID-BB69BD9E-65502C9E/fronius_ceska_republika/hs.xsl/29_984.htm>.
- [6] ČSN EN ISO 5817. *Svařování - Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (kromě elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů kvality*. Praha : Český normalizační institut, 2008. 28 s.
- [7] ČSN 05 0705. *Zaškolení pracovníků a základní kurzy svářečů*. Praha : Český normalizační institut, 2002. 28 s.
- [8] SIAD Czech spol. s.r.o. *Katalog SIAD : Zpracování kovů*. 1. Vyd., 2006. 30s. ISBN MKT PLZ 016.
- [9] OPLETAL, Jan, et al. *Bezpečnostní předpisy při svařování elektrickým obloukem*. Brno : [s.n.], 2006. 46 s. ISBN 80-903386-6-6.
- [10] TNI CEN ISO/TR 15608. *Svařování - Směrnice pro zařazování kovových materiálů do skupin*. Praha : Český normalizační institut, 2008. 12 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANB	Národní autorizovaná osoba.	
BW	Tupý svar.	
CEN	Evropský výbor pro normalizaci.	
CWS	Česká svářečská společnost.	
ČSN	Česká technická norma.	
EN	Evropská norma.	
FW	Koutový svar.	
HB	Zkouška tvrdosti podle Brinella.	
H-L045	Svařování na trubce pod úhlem 45°, směrem od spodní části k horní.	
HRC	Zkouška tvrdosti podle Rockwella.	
HV	Zkouška tvrdosti podle Vickerse.	
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci.	
J-L045	Svařování na trubce pod úhlem 45°, směrem od horní části k spodní.	
KCU	Zkouška vrubové houževnatosti, vrub U.	
KCV	Zkouška vrubové houževnatosti, vrub V.	
MAG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu.	
MIG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu.	
PA	Poloha vodorovná shora.	
PB	Poloha vodorovná šikmo shora.	
PC	Poloha vodorovná.	
PD	Poloha vodorovná šikmo nad hlavou.	
PE	Poloha vodorovná nad hlavou.	
PF	Poloha svislá nahoru.	
PG	Poloha svislá dolů.	
pWPS	Předběžná specifikace postupu svařování.	
TNI	Technická normalizační informace.	
TP	Technická pravidla.	
TR	Technická zpráva.	
WPS	Specifikace postupu svařování.	
ZK	Základní kurz.	
A	Tažnost.	[%]
AC	Střídavý proud.	[A]
DC	Stejnoseměrný proud.	[A]
E	Modul pružnosti v tahu.	[MPa]
ε	Deformace.	[%]
I	Elektrický proud.	[A]
L	Délka tyče po přetržení.	[mm]
L_o	Výchozí měřená délka tyče.	[mm]
Q	Elektrický náboj.	[C]
R	Elektrický odpor.	[Ω]
R_e	Mez kluzu.	[MPa]
R_{eH}	Horní mez kluzu.	[MPa]
R_{eL}	Dolní mez kluzu.	[MPa]
R_m	Mez pevnosti.	[MPa]
σ	Napětí.	[MPa]
S	Průřez tyče v krčku po přetržení.	[mm ²]
S_o	Výchozí průřez tyče.	[mm ²]
U	Elektrické napětí.	[V]
Z	Kontrakce.	[%]

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1: pWPS, FW PB, 01/2011.

PŘÍLOHA 2: pWPS, FW PF, 02/2011.

PŘÍLOHA 3: pWPS, BW PA, 03/2011.

PŘÍLOHA 4: pWPS, BW PF, 04/2011.

PŘÍLOHA 5: Test z bezpečnostních ustanovení, variace 2, otázky 1 až 8.

PŘÍLOHA 6: Test z bezpečnostních ustanovení, variace 2, otázky 9 až 17.

PŘÍLOHA 7: Test z bezpečnostních ustanovení, variace 2, otázky 18 až 27.

PŘÍLOHA 8: Test z bezpečnostních ustanovení, variace 2, otázky 28 až 30.

PŘÍLOHA 9: Test z technologie svařování, variace 1, otázky 1 až 11.

PŘÍLOHA 10: Test z technologie svařování, variace 1, otázky 12 až 22.

PŘÍLOHA 11: Test z technologie svařování, variace 1, otázky 23 až 30.

PŘÍLOHA 12: Rozdělení ocelí do skupin, dle TNI CEN ISO/TR 15608.

PŘÍLOHA 13: Podskupiny ocelí 1.1 a 1.2, dle TNI CEN ISO/TR 15608.



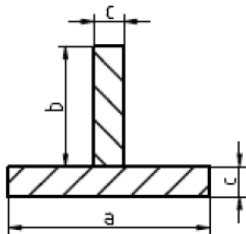
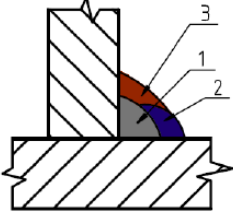

PŘÍLOHA 14: Vzor „Osvědčení o základním kurzu svařování“, dle ČSN 05 0705.



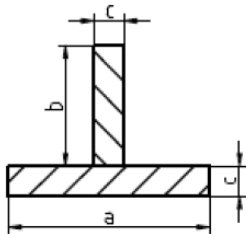
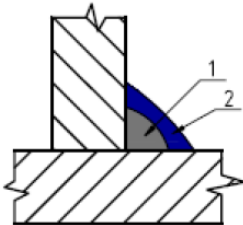

PŘÍLOHA 15: Kvalifikace dle EN 287-1, vzor nového provedení.



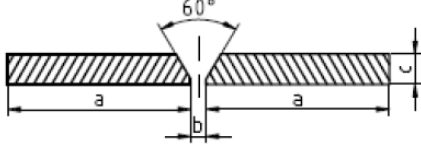
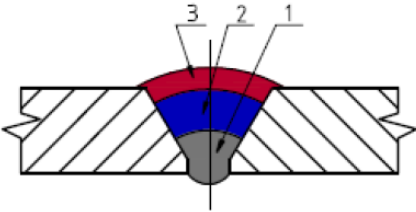

PŘÍLOHA 16: Kvalifikace dle EN 287-1, předchozí provedení.



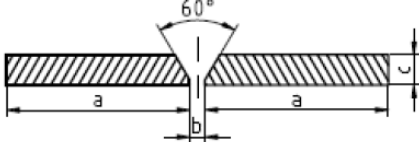
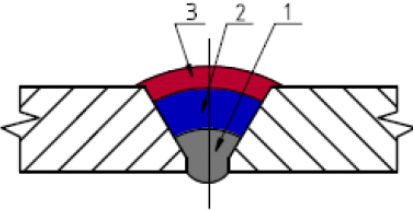

PŘÍLOHA 17: Certifikát instruktora svařování.

PŘÍLOHA 18: Diplom IWP.

Specifikace postupu svařování „pWPS“ dle ČSN EN ISO 15609 - 1 (Obloukové svařování)		Strana 1				
		Celkem 2				
		Revize č. 6				
1. Výrobce :  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		10. Zkušební organizace : TESYDO, s.r.o. Mariánské nám. 1 617 00 Brno 				
2. Místo : Moravské Budějovice, Svářečská škola 766		11. Způsob přípravy úkosu : Řezání kyslíkem, frézování, broušení				
3. Číslo dokladu (WPS) : 01/2011		12. Způsob čištění : kartáčování, odmaštění				
4. Číslo WPQR : -----		13. Specifikace základních materiálů				
5. Číslo zkušebního kusu : -----		- materiál 1: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
6. Kvalifikace svářeče : -----		- materiál 2: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
7. Metoda svařování : 135 (MAG)		14. Svařovaná tloušťka [mm]: t = 10				
8. Druh svaru : Koutový - FW		15. Vnější průměr [mm] : D = -----				
9. Údaje o přípravě svarových ploch :		16. Poloha svařování : PB				
17. Tvar spoje	18. Rozměry	19. Postup svařování				
	a [mm]					
	100					
	b [mm]					
	70					
c [mm]	10					
délka	200 mm					
20. Parametry pro svařování						
21. Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
22. Metoda svařování	135	135	135			
23. Průměr přídav.mater. [mm] - Ø	1	1	1			
24. Svařovací proud [A]	150÷170	150÷170	150÷170			
25. Svařovací napětí [V]	18÷20	18÷20	18÷20			
26. Druh proudu a polarita	DC, +	DC, +	DC, +			
27. Přenos kovu přídavného materiálu	zkratový	zkratový	zkratový			
28. Rychlost podáv.drátu [m.min ⁻¹]	-----	-----	-----			
29. Rychlost svařování [mm.s ⁻¹]	2,7	2,7	2,7			
30. Tepelný příkon [kJ.mm ⁻¹]	0,8÷1,3	0,8÷1,3	0,8÷1,3			
31. Přídavný materiál - zařazení a značka: ČSN EN ISO 14341, G 46 3 M G3Si						
32. Předpis pro sušení :		42. Údaje o podložném kroužku :				-----
33. Ochranný plyn / tavídló : CO ₂ (100%)		43. Další informace : Rozkvy - amplituda :				-----
- ochranný plyn [l.min. ⁻¹]: 16		- frekvence a doba prodlevy :				-----
- ochrana kořene [l.min. ⁻¹]: -----		Rozkvy (max.šířka housenky) :				-----
34. Wolfram.elektroda, druh/průměr :		44. Údaje pro pulzní svařování :				-----
35. Údaje o drážkování/podlož. kořene:		45. Údaje pro plazmové svařování :				-----
36. Teplota přehřevu [°C] :		46. Úhel nastavení hořáku : 30° až 60°, 110° až 120° vpřed				
37. Interpass teplota [°C] :		47. Druh automatu a svař. hlavy :				
38. Tepelné zpracování / stárnutí :		Fronius Vario Star 2500				
39. Doba, teplota, postup :		48. Prokování svaru :				-----
40. Rychlost ohřevu a chladnutí :		49. Poznámky :				
41. Vzdálenost elektrody (kontaktní špičky) od základního materiálu [mm] :		Terminologie v Angličtině a Němčině viz druhá strana „English“ on second side, „Deutsch“ siehe Rückseite				
10						
50. Výrobce:  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		52. Zkušební orgán nebo technická dozorčí (inspekční) organizace				
51. datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru		53. datum, jméno, podpis a razítko zkušebního orgánu				

Specifikace postupu svařování „pWPS“ dle ČSN EN ISO 15609 - 1 (Obloukové svařování)		Strana 1 Celkem 2 Revize č. 6				
1. Výrobce :  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		10. Zkušební organizace : TESYDO, s.r.o. Mariánské nám. 1 617 00 Brno 				
2. Místo : Moravské Budějovice, Svářečská škola 766		11. Způsob přípravy úkosu : Řezání kyslíkem, frézování, broušení				
3. Číslo dokladu (WPS) : 02/2011		12. Způsob čištění : kartáčování, odmaštění				
4. Číslo WPQR : -----		13. Specifikace základních materiálů - materiál 1: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608 - materiál 2: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
5. Číslo zkušebního kusu : -----						
6. Kvalifikace svářeče : -----						
7. Metoda svařování : 135 (MAG)		14. Svařovaná tloušťka [mm]: t = 10				
8. Druh svaru : Koutový - FW		15. Vnější průměr [mm] : D = -----				
9. Údaje o přípravě svarových ploch :		16. Poloha svařování : PF				
17. Tvar spoje 		18. Rozměry a [mm] 100 b [mm] 70 c [mm] 10 délka 200 mm	19. Postup svařování 			
20. Parametry pro svařování						
21. Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
22. Metoda svařování	135	135				
23. Průměr přídav.mater. [mm] - Ø	1	1				
24. Svařovací proud [A]	130÷150	130÷150				
25. Svařovací napětí [V]	16÷18	16÷18				
26. Druh proudu a polarita	DC, +	DC, +				
27. Přenos kovu přídavného materiálu	zkratový	zkratový				
28. Rychlost podáv.drátu [m.min ⁻¹]	-----	-----				
29. Rychlost svařování [mm.s ⁻¹]	3	1,25				
30. Tepelný příkon [kJ.mm ⁻¹]	0,6÷0,8	1,4÷1,8				
31. Přídavný materiál - zařazení a značka: ČSN EN ISO 14341, G 46 3 M G3Si						
32. Předpis pro sušení :			42. Údaje o podložném kroužku : -----			
33. Ochranný plyn / tavidlo : CO ₂ (100%)			43. Další informace : Rozkvy - amplituda : -----			
- ochranný plyn [l.min ⁻¹] : 16			- frekvence a doba prodlevy : -----			
- ochrana kořene [l.min ⁻¹] : -----			Rozkvy (max. šířka housenky) : -----			
34. Wolfram.elektroda, druh/průměr : -----			44. Údaje pro pulzní svařování : -----			
35. Údaje o drážkování/podlož. kořene: -----			45. Údaje pro plazmové svařování : -----			
36. Teplota předehřevu [°C] : -----			46. Úhel nastavení hořáku : 15° až 20° vpřed			
37. Interpass teplota [°C] : -----			47. Druh automatu a svař. hlavy : Fronius Vario Star 2500			
38. Tepelné zpracování / stárnutí : -----			48. Prokování svaru : -----			
39. Doba, teplota, postup : -----			49. Poznámky :			
40. Rychlost ohřevu a chladnutí : -----			Terminologie v Angličtině a Němčině viz druhá strana			
41. Vzdálenost elektrody (kontaktní špičky) od základního materiálu [mm] : 10			„English“ on second side, „Deutsch“ siehe Rückseite			
50. Výrobce:  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79			52. Zkušební orgán nebo technická dozorčí (inspekční) organizace			
51. datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru			53. datum, jméno, podpis a razítko zkušební organizace			

Specifikace postupu svařování „pWPS“ dle ČSN EN ISO 15609 - 1 (Obloukové svařování)		Strana 1 Celkem 2 Revize č. 6				
1. Výrobce :  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		10. Zkušební organizace : TESYDO, s.r.o. Mariánské nám. 1 617 00 Brno 				
2. Místo : Moravské Budějovice, Svářečská škola 766		11. Způsob přípravy úkosu : Řezání kyslíkem, frézování, broušení				
3. Číslo dokladu (WPS) : 03/2011		12. Způsob čištění : kartáčování, odmaštění				
4. Číslo WPQR : -----		13. Specifikace základních materiálů - materiál 1: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608 - materiál 2: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
5. Číslo zkušebního kusu : -----						
6. Kvalifikace svářeče : -----		14. Svařovaná tloušťka [mm]: t = 10				
7. Metoda svařování : 135 (MAG)						
8. Druh svaru : Tupý - BW		15. Vnější průměr [mm] : D = -----				
9. Údaje o přípravě svarových ploch :		16. Poloha svařování : PA				
17. Tvar spoje 		18. Rozměry a [mm] 70 b [mm] 2,5÷3,5 c [mm] 10 délka 200 mm	19. Postup svařování 			
20. Parametry pro svařování						
21. Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
22. Metoda svařování	135	135	135			
23. Průměr přidav.mater. [mm] - Ø	1	1	1			
24. Svařovací proud [A]	130÷150	150÷170	150÷170			
25. Svařovací napětí [V]	16÷18	18÷20	18÷20			
26. Druh proudu a polarita	DC, +	DC, +	DC, +			
27. Přenos kovu přidavného materiálu	zkratový	zkratový	zkratový			
28. Rychlost podáv.drátu [m.min ⁻¹]	-----	-----	-----			
29. Rychlost svařování [mm.s ⁻¹]	2,5	2	1,6			
30. Tepelný příkon [kJ.mm ⁻¹]	0,7÷0,9	1,1÷1,4	1,4÷1,8			
31. Přidavný materiál - zařazení a značka: ČSN EN ISO 14341, G 46 3 M G3Si						
32. Předpis pro sušení :			42. Údaje o podložném kroužku : -----			
33. Ochranný plyn / tavidlo : CO ₂ (100%)			43. Další informace : Rozkvyv - amplituda : -----			
- ochranný plyn [l.min. ⁻¹] : 16			- frekvence a doba prodlevy : -----			
- ochrana kořene [l.min. ⁻¹] : -----			Rozkvyv (max.šířka housenky) : -----			
34. Wolfram.elektroda, druh/průměr : -----			44. Údaje pro pulzní svařování : -----			
35. Údaje o drážkování/podlož. kořene: -----			45. Údaje pro plazmové svařování : -----			
36. Teplota přehřevu [°C] : -----			46. Úhel nastavení hořáku : 20° vpřed			
37. Interpass teplota [°C] : -----			47. Druh automatu a svař. hlavy : Fronius Vario Star 2500			
38. Tepelné zpracování / stárnutí : -----			48. Prokování svaru : -----			
39. Doba, teplota, postup : -----			49. Poznámky : Terminologie v Angličtině a Němčině viz druhá strana „English“ on second side, „Deutsch“ siehe Rückseite			
40. Rychlost ohřevu a chladnutí : -----						
41. Vzdálenost elektrody (kontaktní špičky) od základního materiálu [mm] : 10						
50. Výrobce:  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79			52. Zkušební orgán nebo technická dozorcí (inspekční) organizace			
51. datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru			53. datum, jméno, podpis a razítko zkušebního orgánu			

Specifikace postupu svařování „pWPS“ dle ČSN EN ISO 15609 - 1 (Obloukové svařování)		Strana 1 Celkem 2 Revize č. 6				
1. Výrobce :  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		10. Zkušební organizace : TESYDO, s.r.o. Mariánské nám. 1 617 00 Brno 				
2. Místo : Moravské Budějovice, Svářečská škola 766		11. Způsob přípravy úkosu : Řezání kyslíkem, frézování, broušení				
3. Číslo dokladu (WPS) : 04/2011		12. Způsob čištění : kartáčování, odmaštění				
4. Číslo WPQR : -----		13. Specifikace základních materiálů				
5. Číslo zkušebního kusu : -----		- materiál 1: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
6. Kvalifikace svářeče : -----		- materiál 2: Skupina 1, podle CEN ISO /TR 15608				
7. Metoda svařování : 135 (MAG)		14. Svařovaná tloušťka [mm]: t = 10				
8. Druh svaru : Tupý - BW		15. Vnější průměr [mm] : D = -----				
9. Údaje o přípravě svarových ploch :		16. Poloha svařování : PF				
17. Tvar spoje 		18. Rozměry a [mm] 70 b [mm] 2,5÷3,5 c [mm] 10 délka 200 mm	19. Postup svařování 			
20. Parametry pro svařování						
21. Svarová housenka	1	2	3	4	5	6
22. Metoda svařování	135	135	135			
23. Průměr přídav.mater. [mm] - Ø	1	1	1			
24. Svařovací proud [A]	130÷150	130÷150	130÷150			
25. Svařovací napětí [V]	16÷18	16÷18	16÷18			
26. Druh proudu a polarita	DC, +	DC, +	DC, +			
27. Přenos kovu přídavného materiálu	zkratový	zkratový	zkratový			
28. Rychlost podáv.drátu [m.min ⁻¹]	-----	-----	-----			
29. Rychlost svařování [mm.s ⁻¹]	1,8	1,5	1,2			
30. Tepelný příkon [kJ.mm ⁻¹]	1÷1,3	1,2÷1,5	1,5÷1,9			
31. Přídavný materiál - zařazení a značka: ČSN EN ISO 14341, G 46 3 M G3Si						
32. Předpis pro sušení :			42. Údaje o podložném kroužku : -----			
33. Ochranný plyn / tavidlo : CO ₂ (100%)			43. Další informace : Rozkvy - amplituda : -----			
- ochranný plyn [l.min. ⁻¹] : 16			- frekvence a doba prodlevy : -----			
- ochrana kořene [l.min. ⁻¹] : -----			Rozkvy (max.šířka housenky) : -----			
34. Wolfram.elektroda, druh/průměr : -----			44. Údaje pro pulzní svařování : -----			
35. Údaje o drážkování/podlož. kořene: -----			45. Údaje pro plazmové svařování : -----			
36. Teplota předehřevu [°C] : -----			46. Úhel nastavení hořáku : 15° vpřed			
37. Interpass teplota [°C] : -----			47. Druh automatu a svař. hlavy : Fronius Vario Star 2500			
38. Tepelné zpracování / stárnutí : -----			48. Prokování svaru : -----			
39. Doba, teplota, postup : -----			49. Poznámky : Terminologie v Angličtině a Němčině viz druhá strana „English“ on second side, „Deutsch“ siehe Rückseite			
40. Rychlost ohřevu a chladnutí : -----						
41. Vzdálenost elektrody (kontaktní špičky) od základního materiálu [mm] : 10						
50. Výrobce:  Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice, 676 02 Tovačovského sady 79		52. Zkušební orgán nebo technická dozorcí (inspekční) organizace				
51. datum, jméno, podpis a razítko svářečského dozoru		53. datum, jméno, podpis a razítko zkušebního orgánu				



Bezpečnostní předpisy - metoda 111, 135, 141

Číslo
variací: **2**

Na test máte 30 minut. Jenom jedna odpověď je správná. Správnou odpověď označte křížkem na zkušební kartičce. Pokud chcete změnit odpověď, dejte neplatnou odpověď do kroužku a správnou označte znovu křížkem. Nezapomeňte napsat číslo variace testu !!!

- | | |
|--|--|
| <p>1. Jaké povinnosti má zaměstnavatel při poskytování osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP)?</p> | <p>A) Zaměstnavatel je povinen poskytnout svářečům OOPP v rozsahu stanoveném bezpečnostními předpisy, vyžadovat a kontrolovat jejich používání.
B) Zaměstnavatel je povinen poskytnout svářečům OOPP, které svářeči požadují a starat se o jejich opravy a čištění.
C) Zaměstnavatel je povinen poskytnout svářečům OOPP podle vlastního rozhodnutí.</p> |
| <p>2. Jaké je nejvyšší povolené napětí naprázdno u obloukových zdrojů střídavého svařovacího proudu v prostorech bez zvýšeného nebezpečí úrazu elektrickým proudem?</p> | <p>A) 220 V (efektivní hodnota)
B) 80 V (efektivní hodnota)
C) 113 V (efektivní hodnota)</p> |
| <p>3. Je možné uskladnění svařovacího zařízení v prašném nebo vlhkém prostředí?</p> | <p>A) Ano, ale musí se přezkoušet jedenkrát za měsíc.
B) Ano.
C) Ne.</p> |
| <p>4. Jaké je nejvyšší povolené napětí naprázdno u obloukových zdrojů stejnosměrného svařovacího proudu v prostorech s nebo bez zvýšeného nebezpečí úrazu elektrickým proudem?</p> | <p>A) 220 V
B) 113 V
C) 80 V</p> |
| <p>5. Zařízení a příslušenství pro svařování musí svářeč obsluhovat:</p> | <p>A) Podle technického stavu zařízení.
B) Podle návodu na obsluhu.
C) Záleží na druhu svařovacího zdroje.</p> |
| <p>6. Co musí svářeč splnit při práci se zvýšeným nebezpečím úrazu elektrickým proudem?</p> | <p>A) Nesmí mít na sobě ani v obleku kovové předměty dotýkající se lidského těla a musí být na elektricky nevodivé podložce.
B) Musí svařovat se zdrojem stejnosměrného svařovacího proudu, bez ohledu na elektrickou vodivost podložky.
C) Musí mít na sobě koženou zástěru a jako zdroj svařovacího proudu nesmí používat usměrňovač.</p> |
| <p>7. Kdo stanoví bezpečnostní opatření v "Příkazu..." pro svářečské práce se zvýšeným nebezpečím?</p> | <p>A) Zplnomocněný pracovník.
B) Pracovník s odbornou způsobilostí v příslušné oblasti činnosti.
C) Příslušný inspektor inspektorátu bezpečnosti práce dle odborné způsobilosti.</p> |
| <p>8. Jaké má být pracoviště pro ruční obloukové svařování?</p> | <p>A) Má být uzavřené, s mírným osvětlením a centrálním větráním.
B) Má být co největší a s přirozeným větráním.
C) Má být umístěno v kabině vybavené prostředky chránícími svářeče i okolí pracoviště před nebezpečím vznikajícím při svařování.</p> |

Bezpečnostní předpisy - metoda 111, 135, 141

Číslo variace: 2

- | | |
|--|---|
| <p>9. Jaké musí svařeč dodržet zatížení svařovacích vodičů a jak mohou být svařovací vodiče dlouhé?</p> <p>16338</p> | <p>A) Svařeč musí dodržet dovolené proudové zatížení a délka vodičů může být libovolná.</p> <p>B) Svařeč musí dodržet dovolené proudové zatížení vodičů a používat vodiče co nejkratší při dodržení maximální délky odpovídající danému proudovému zatížení.</p> <p>C) Svařeč nemusí dodržet dovolené proudové zatížení pokud délka vodiče je menší než polovina délky odpovídající danému proudovému zatížení.</p> |
| <p>10. Co je to aerosol?</p> <p>16322</p> | <p>A) Jsou to tuhé nebo kapalné částičky rozptýlené ve vzduchu.</p> <p>B) Specifický druh mazadla pro rotační svařovací zdroje.</p> <p>C) Je to tepelně izolační látka.</p> |
| <p>11. Co je nezbytnou součástí písemného "Příkazu..." pro svařování se zvýšeným nebezpečím?</p> <p>16406</p> | <p>A) Vymezení doby platnosti a stanovení dohledu dalších pracovníků.</p> <p>B) Pověření bezpečnostního technika zkontrolovat kvalifikaci svařeče / svařečů.</p> <p>C) Stanovení zdravotní první pomoci.</p> |
| <p>12. Kdo odpovídá za provedení nařízených doplňujících bezpečnostních opatření uvedených v písemném "Příkazu"?</p> <p>16404</p> | <p>A) Požární technik.</p> <p>B) Zplnomocněný pracovník.</p> <p>C) Bezpečnostní technik.</p> |
| <p>13. Jak často musí být kontrolováno obloukové svařovací zařízení při skladování ve vlhkém prostředí?</p> <p>16407</p> | <p>A) Jedenkrát za 6 měsíců.</p> <p>B) Jedenkrát za 3 měsíce.</p> <p>C) Jedenkrát za měsíc.</p> |
| <p>14. Kterými českými normami jsou předepsány bezpečnostní ustanovení pro obloukové svařování?</p> <p>16376</p> | <p>A) ČSN 05 0000, ČSN 05 0710, ČSN 05 0610.</p> <p>B) ČSN 05 5010, ČSN 05 0670, ČSN 05 0650.</p> <p>C) ČSN 05 0600, ČSN 05 0601, ČSN 05 0630.</p> |
| <p>15. Kde nesmí být láhve se stlačenými plyny na pracovišti obloukového svařování?</p> <p>16448</p> | <p>A) Nesmí být umístěny na pracovišti obloukového svařování.</p> <p>B) Nesmí se nacházet v proudové smyčce vytvořené svařovacími vodiči.</p> <p>C) Na pracovišti obloukového svařování mohou být lahve umístěny kdekoli, nejméně však 5 m od oblouku.</p> |
| <p>16. Může být svařeč pověřen výkonem funkce "Zplnomocněný pracovník" pro řídicí a organizační práce při svařování se zvýšeným nebezpečím?</p> <p>16434</p> | <p>A) Pověřen může být jen svařeč s úředními zkouškami.</p> <p>B) V žádném případě nemůže být pověřen.</p> <p>C) Ve zvláštních případech může být pověřen, splňuje-li odborné požadavky.</p> |
| <p>17. Jaké povinnosti má svařeč při používání osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP)?</p> <p>16469</p> | <p>A) Nepoužívat OOPP znečištěné olejem, tukem nebo jinými lehce zápalými látkami a šetrně s nimi zacházet.</p> <p>B) Poškozené ochranné prostředky opravovat a čistit.</p> <p>C) Užívat OOPP podle vlastní úvahy a potřeby.</p> |

Bezpečnostní předpisy - metoda 111, 135, 141

Číslo variace: 2

18. Určete nejmenší počet pracovníků, kteří musí být vždy přítomni v průběhu svařeckých prací se zvýšeným nebezpečím požáru nebo výbuchu: A) Čtyři pracovníci včetně svařeče.
B) Svařeč může tyto práce provádět sám.
C) Dva pracovníci - svařeč a pomocník.
19. Kde se zdržuje pomocník svařeče po dobu svařeckých prací v uzavřených prostorech? A) V ohroženém prostoru v takové blízkosti svařeče, aby slyšel jeho požadavky.
B) V ohroženém prostoru, co nejbližší ústupové cestě.
C) Mimo ohrožený prostor.
20. Jaká je dovolená provozní teplota vodičů svařovacího proudu opatřených gumovou izolací? A) 50 °C.
B) 40 °C.
C) 60 °C.
21. Smí si svařeč ovinout svařovací vodič okolo těla? A) Norma tento způsob neuvádí.
B) Jen při práci na konstrukci ve výškách.
C) V žádném případě nesmí.
22. Jaká opatření se provádějí před zahájením svařování (Vyhláška č. 87/2000 Sb.)? A) Na pracoviště se umístí protipožární čidla.
B) Vyberou se jen svařeči s vyšší svařeckou kvalifikací.
C) Vymezí se oprávnění a povinnosti osob k zajištění požární bezpečnosti.
23. Jak postupuje svařeč, jestliže při prohlídce zjistí viditelné poškození svařovacího vodiče? A) S poškozeným svařovacím vodičem může svařovat jen pokud se vodič podloží tak, aby poškozené místo viselo ve vzduchu a nedotýkalo se okolních předmětů.
B) Poškozený svařovací vodič nesmí používat, nechá ho odborně opravit pověřeným pracovníkem.
C) Svařeč může poškozený vodič opravit sám, přičemž nesmí svařovat větším proudem než 100 A.
24. Požárně bezpečnostním opatřením se rozumí např.: A) Ochlazování konstrukce.
B) Předehřev konstrukce.
C) Použití držáku elektrod s dvojitou izolací.
25. Pracovník je pověřen prováděním svařeckých prací: A) Na základě příkazu přímého nadřízeného.
B) Pokud úspěšně vykonal svařecké zkoušky.
C) Na základě potvrzení zaměstnavatele ve svařeckém průkazu.
26. Lze použít vodní hasicí přístroj pro hašení elektrického zařízení pod napětím? A) Vodní hasicí přístroje se již nevyrábějí.
B) Ne.
C) Ano, za předpokladu, že pracovník provádějící zásah stojí na izolované podložce.
27. Kdo je povinen opravit viditelné poškození svařovacího vodiče nebo přívodu zjištěné svařečem při jejich denní prohlídce před zahájením práce? A) Pověřený pracovník.
B) Svařeč.
C) Pomocník svařeče.

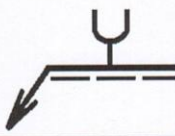

Bezpečnostní předpisy - metoda 111, 135, 141

Číslo variace: 2

- 28.** Svářečská pracoviště jsou také:
16387
- A) Manipulační plochy ve skladech přídavného materiálu.
 - B) Technologická stanoviště a manipulační plochy na nichž se provádějí operace související se svařováním.
 - C) Technologická stanoviště a manipulační plochy, kde se provádějí nátěry po svařování.
-
- 29.** Za jakých podmínek se provádějí práce se zvýšeným nebezpečím?
16400
- A) Jen na písemný "Příkaz..." a po provedení v něm nařízených doplňujících bezpečnostních opatření.
 - B) Jen pod dohledem bezpečnostního technika organizace.
 - C) Jen pod dohledem požárního technika organizace.
-
- 30.** Bezpečnostní ustanovení pro svařování kovů "Provoz" uvádí:
16374
- A) ČSN 05 0600
 - B) ČSN 05 0110
 - C) ČSN 05 0601
-

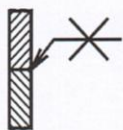



Na test máte 30 minut. Jenom jedna odpověď je správná. Správnou odpověď označte křížkem na zkušební kartičce. Pokud chcete změnit odpověď, dejte neplatnou odpověď do kroužku a správnou odpověď označte znovu křížkem. Nezapomeňte napsat číslo variace testu !!!

1. Jaké jsou výhody svařování v ochranném plynu CO₂?
15476
- A) Možnost svařování velkým výkonem natavení při hlubokém závaru a menších deformací
B) Možnost svařování malým průměrem drátu s větším rozstříkem
C) Možnost svařování jen stejnosměrným proudem
-
2. Co je příčinou vzniku studených spojů?
15340
- A) Nedostatečné natavení svarových ploch, velká postupová rychlost
B) Malá postupová rychlost svařování
C) Velký průměr přídavného materiálu
-
3. Uvedená základní značka svaru označuje:
15385
- 
- A) "Y" - svar
B) "U" - svar
C) "V" - svar
-
4. Mezi vnitřní vady svarového spoje patří:
15346
- A) Krápníky
B) Studený spoj
C) Příčné vruby
-
5. V případě označení materiálu dle evropských norem "S235J2G3" písmeno "S" vyjadřuje:
15400
- A) ocel pro tlakové nádoby
B) ocel pro ocelové konstrukce
C) ocel na potrubí
-
6. Co ovlivňuje polarita svařovacího proudu?
15443
- A) Množství nebezpečného záření
B) Kvalitu svarového kovu
C) Rychlost svařování
-
7. Tupý svar v poloze vodorovné nad hlavou se označuje dle ČSN EN 287-1 resp. dle ČSN EN ISO 9647:
15373
- 
- A) BW - PE
B) FW - PD
C) BW - PA
-
8. Povrch drátu pro svařování v ochranných plynech musí být:
15400
- A) Čistý, suchý, bez koroze, případně poměděný
B) Nakonzervován vrstvou tuku proti korozi
C) Dodáván v bezvadně leštěném stavu
-
9. Při normalizačním žhání se ochlazuje svařenec:
15426
- A) Proudem studeného vzduchu
B) Vložením do oleje
C) Volně na vzduchu
-
10. Síra a fosfor jsou v oceli jako prvky:
15456
- A) Nežádoucí
B) Legující
C) Žádoucí
-
11. Svařovací usměrňovač je zdrojem svařovacího proudu:
15444
- A) Stejnosměrného
B) Střídavého pulzního
C) Střídavého


Technologie - ZK 135 1.1


Číslo variace: 1

- 12.** 15389  Uvedené označení svaru na praporku odkazové čáry určuje, že se jedná o svar:
- A) Jednostranný "X" - svar
B) Oboustranný "V" - svar
C) Oboustranný koutový bez převýšení
-
- 13.** 15472 Kde se musí umístit ohříváč plynu CO₂?
- A) Před vstupem CO₂ do průtokoměru
B) Před vstupem CO₂ do redukčního ventilu
C) Před výstupem CO₂ z redukčního ventilu
-
- 14.** 15446 Svařovací transformátor je zdrojem svařovacího proudu:
- A) Střídavého
B) Stejnoseměrného
C) Stejnoseměrného pulzního
-
- 15.** 15461 Co je rozhodující podmínkou pro volbu svařovacího drátu pro svařování ocelí v ochranné atmosféře plynů?
- A) Pevnost svarového kovu je přibližně stejná nebo o málo vyšší, než je pevnost základního materiálu
B) Tvrdost svařovacího drátu musí být stejná jako tvrdost základního materiálu
C) Houževnatost svařovacího drátu je menší než houževnatost základního materiálu
-
- 16.** 15397  Uvedené označení svaru určuje, že se jedná o:
- A) Oboustranný "I" svar převýšený
B) Oboustranný "I" svar plochý
C) Oboustranný lemový svar
-
- 17.** 15350 Která zkouška se zařazuje mezi zkoušky destruktivní?
- A) Tahem
B) Kapilární
C) Prozářením
-
- 18.** 15487 Čím je způsobeno přehřívání držáku elektrody nebo hořáku?
- A) Příliš velkým svařovacím proudem
B) Příliš velkým napětím naprázdno
C) Příliš malým svařovacím proudem
-
- 19.** 15371 Pro nelegované oceli se předpokládá svařitelnost bez použití předehřevu:
- A) Při obsahu uhlíku do 0,22%
B) Při obsahu uhlíku do 0,43%
C) Při obsahu uhlíku do 1,92%
-
- 20.** 15492 Co je to podložení svaru?
- A) Neskosená část svarové plochy
B) Poslední svarová vrstva tvořící povrch svaru
C) Zhotovení svarové housenky ze strany kořene
-
- 21.** 15338 Teplota tavení a elektrická vodivost patří mezi vlastnosti?
- A) Chemické
B) Fyzikální
C) Mechanické
-
- 22.** 15402 Označení oceli pro tlakové nádoby dle ČSN EN 10027-1 je:
- A) L
B) P
C) G

Technologie - ZK 135 1.1


Číslo variace: 1

23. Jaká je příčina vzniku pórů, bublin a dutin?
15345
- A) Příliš rychlý postup svařování
B) Použití velkého průměru elektrody
C) Porušení ochranné atmosféry
-
24. Zkouška magnetickou práškovou metodou se používá ke zjištění:
15361
- A) Magnetických vlastností materiálu
B) Trhlin, dutin a pórů na povrchu a těsně pod povrchem
C) Všech vnitřních vad hluboko pod povrchem
-
25. Vizuelní prohlídka se provádí za účelem zjištění přítomnosti:
15348
- A) Vnitřních vad
B) Povrchových vad
C) Legujících prvků
-
26.  Uvedené označení svaru určuje, že se jedná o:
15392
- A) Koutový svar proláklý
B) Koutový svar s obrobenými přechody svaru
C) Koutový svar plochý
-
27. Voltampérová (VA) neboli statická charakteristika zdroje svařovacího proudu je grafické znázornění závislosti mezi:
15449
- A) Napětím a elektrickým proudem
B) Napětím a výkonem elektrického proudu
C) Napětím a elektrickým odporem
-
28. Co je to svařitelnost?
15418
- A) Chemické složení ocelí zaručující svaření
B) Natavení hran základního materiálu a za pomoci přídavného materiálu jeho spojení
C) Komplexní charakteristika vyjadřující vhodnost materiálu pro zhotovení svarových spojů požadovaných vlastností
-
29. Jak se označuje mez pevnosti v tahu?
15355
- A) HB
B) R_m
C) KCU
-
30. Označení oceli pro výztuž do betonu dle ČSN EN 10027-1 je:
15405
- A) S
B) B
C) L

	© TDS Brno - SMS, s.r.o.	TECHNICKÉ INFORMACE	TIN-100-054
	Svařování - Zkoušky svářečů. Tavné svařování - Oceli		Strana: 2 Počet stran: 2 LEDEN 2006

4. Skupiny a podskupiny základního materiálu dle ČSN 05 0323 (resp. CR ISO 15608)

Skupiny	Druh oceli	Příklady dle ČSN a dle ČSN EN
1	Oceli s minimální mezí kluzu $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ a obsahem prvků v %: C $\leq 0,25$ Si $\leq 0,60$ Mn $\leq 1,70$ Mo $\leq 0,70^b$ S $\leq 0,045$ P $\leq 0,045$ Cu $\leq 0,040^b$ Ni $\leq 0,5^b$ Cr $\leq 0,3(0,4 \text{ odl.})^b$ Nb $\leq 0,05$ V $\leq 0,12^b$ Ti $\leq 0,05$	10 004, 10 216, 10 370, 11 320, 11 330, 11 343, 11 353, 11 364, 11 373, 11 375, 11 378, 11 416, 11 418, 11 443, 11 448, 12 020, 12 021, 15 020, P275N, S275M L245NB, 42 2643, 42 2713
	1.1	Oceli se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$
1.2	Oceli se zaručenou mezí kluzu $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	10 425, 11 481, 11 483, 11 503, 11 523, 11 419, 12 020, 13 030, P355N, S355M, L290GH, L360NB, 42 2712, 42 2714,
1.3	Normalizované jemnozrnné oceli se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$	13 220, 13 221, P460N, S420N, S420N S460NL, L415NB, S390GP, S430GP
1.4	Oceli se zvýšenou odolností k atmosférické korozi	15 117, 15 127, 15 217, S235J2P, S355J0WP, S355J2G2W, S355K2G1W
2	Termomechanicky zpracované jemnozrnné oceli a lité oceli se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$	P420, 460 M, ML1, ML2 S420, 460 M, ML, MC, L415 MB, L450MB, S420, 460MH, MLH, P420NH, S550MC, S600MC, S650MC, S700MC, L485MB, L555MB
2.1	TMZ jemnozrnné oceli a lité oceli - $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$	
2.2	TMZ jemnozrnné oceli a lité oceli se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$	
3	Zušlechtnuté a precipitačně vytvrzované oceli kromě korozivzdorných ocelí, se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$	16 224, 16 720, S 460 Q, S 500QL1 S690 Q, QL, QL1, S 890 Q, QL, QL1 S 960 Q, QL, P460 až 690 Q, QL, QL1 L415 až 550 QB, G20Mo5
3.1	Zušlechtnuté oceli a lité oceli - mez kluzu $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$	
3.2	Zušlechtnuté oceli a lité oceli se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$	
3.3	Precipitačně vytvrzované oceli kromě korozivzdorných ocelí	S500A, S550AL, S620A, 690AL
4	Oceli s nízkým obsahem V, legované Cr-Mo-(Ni) s Mo $\leq 0,70 \%$ a V $\leq 0,1 \%$	
4.1	Oceli s Cr $\leq 0,3 \%$ a Ni $\leq 0,7 \%$	16 537
4.2	Oceli s Cr $\leq 0,7 \%$ a Ni $\leq 1,5 \%$	
5	Cr-Mo oceli bez vanadu s C $\leq 0,35 \%$ ^c	
5.1	Oceli s $0,75 \% \leq \text{Cr} \leq 1,5 \%$ a Mo $\leq 0,7 \%$	15 121, 15 130, 15 131, 15 222, 15 223, 15 313, 15 412, 15 421, 15 422, 17 102, 17 116, 42 2745, 42 2771, 11CrMo9-10, 12CrMo9-10, X11CrMo9-1, X16CrMo5-1, G17CrMo5-5,
5.2	Oceli s $1,5 \% < \text{Cr} \leq 3,5 \%$ a $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$	
5.3	Oceli s $3,5 \% < \text{Cr} \leq 7,0 \%$ a $0,4 \% < \text{Mo} \leq 0,7 \%$	
5.4	Oceli s $7,0 \% < \text{Cr} \leq 10,0 \%$ a $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$	
6	Oceli s vysokým obsahem vanadu, legované Cr-Mo-(Ni)	15 112, 15 128, 15 320, 15 323, 15 423, 17 117, 17 134, 42 2745, 42 2916, G12MoCrV5-2 X10CrMoVNb9-1, X20CrMoV11-1 GX23CrMoV12-1
6.1	Oceli s $0,3 \% \leq \text{Cr} \leq 0,75 \%$, Mo $\leq 0,7 \%$ a V $\leq 0,35 \%$	
6.2	Oceli s $0,75 \% < \text{Cr} \leq 3,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ a V $\leq 0,35 \%$	
6.3	Oceli s $3,5 \% < \text{Cr} \leq 7,0 \%$, Mo $\leq 0,7 \%$ a $0,45 \% \leq \text{V} \leq 0,55 \%$	
6.4	Oceli s $7,0 \% < \text{Cr} \leq 12,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ a V $\leq 0,35 \%$	
7	Feritické, martenzitické a precipitačně vytvrzované korozivzdorné oceli s C $\leq 0,35 \%$ a $10,5 \% \leq \text{Cr} \leq 30,0 \%$	17 020, 17 021, 17 022, 17 023, 17 024, 17 040, 17 041, 17 125, 17 134, 17 153, 42 2904, 42 2906, 42 2917, X2CrNi12, X2CrTi17, X3CrTi17, X6CrMo17-1 X2CrTiNb18, 12CrS13, GX4CrNi13-4
7.1	Feritické korozivzdorné oceli	
7.2	Martenzitické korozivzdorné oceli	
7.3	Feritické, martenzitické a precipitačně vytvrzované korozivzdorné oceli	
8	Austenitické korozivzdorné oceli	17 240, 17 241, 17 246, 17 247, 17 248, 17 251, 17 255, 17 346, 17 348, 17 350, 17 352, 17 460, 42 2930, 42 2940, X6CrNiNb18-10, X2CrNiMo17-12-3, X1CrNi25-21, X12CrMnNi18-9-5
8.1	Austenitické korozivzdorné oceli s Cr $\leq 19 \%$	
8.2	Austenitické korozivzdorné oceli Cr $> 19 \%$	
8.3	Manganové austenitické korozivzdorné oceli s $4,0 \% < \text{Mn} \leq 12,0 \%$	
9	Oceli legované niklem s Ni $\leq 10,0 \%$	16 220, 16 222, 16 310, 16 320, 16 420, 11MnNi5-3, 15NiMn6, G9Ni10, 16 523, 12Ni14, X12Ni5, G9Ni14 X8Ni9, X7Ni9
9.1	Oceli legované niklem s Ni $\leq 3,0 \%$	
9.2	Oceli legované niklem s $3,0 \% < \text{Ni} \leq 8,0 \%$	
9.3	Oceli legované niklem s $8,0 \% < \text{Ni} \leq 10,0 \%$	
10	Austenitickoferitické korozivzdorné oceli (duplexní)	17 254, 17 351, X2CrNiN23-4 GX2CrNiMoN22-5-3, X3CrNiMoN27- 5-2, X2CrNiMoCuN25-6-3
10.1	Austenitickoferitické korozivzdorné oceli Cr $\leq 24,0 \%$	
10.2	Austenitickoferitické korozivzdorné oceli Cr $> 24 \%$	
11	Oceli zahrnuté do skupiny 1 ^d s obsahem $0,25 \% < \text{C} \leq 0,5 \%$	1 550, 12 030, 12 031, 12 040, 12 041, 12 042, 12 050,
11.1	Oceli skupiny 11 s $0,25 \% < \text{C} \leq 0,35 \%$	
11.2	Oceli skupiny 11 s $0,35 \% < \text{C} \leq 0,5 \%$	

	© TESYDO, s.r.o.	TECHNICKÉ INFORMACE	TIN-100-053
	Zařazení kovových materiálů do skupin		Strana: 2 Počet stran: 8 BŘEZEN 2008

1. ROZDĚLENÍ OCELÍ DO SKUPIN A PODSKUPIN

SKU-PINA	POD-SKU-PINA	DRUH OCELI	TDP podle ČSN, ČSN EN	OZNAČENÍ ZÁKLADNÍHO MATERIÁLU podle		
				ČSN 42 0002	EN 10027-1	EN 10027-2
1	1.1	Oceli se zaručenou mezi kluzu $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$	10025+A1	10 004	S185	1.0035
			EN 80-69	10 216	Fe B22	
			EN 30-69	10 370	E37B1	
			10130-91	11 305	FeP04	
			10025	11 343, 11 373	S235JRG1	1.0028, 1.0036
				11 375	S235JRG2	1.0038
				11 378	S235J2G3	1.0116
				11 443	S275JR	1.0044
				11 448	S275J2G3	1.0144
				11 353	S235G2T	1.0308
			10028-2	11 364, 11 366	P235GH	1.0345
				11 416, 11 418	P265GH	1.0425, 1.0437
			10028-3		P275N (NH,NL1,NL2)	1.0486
			10113-3		S275M (ML)	1.8818
			10120		P245NB, P265NB	1.0111, 1.0423
			10149-3		S260NC	1.0971
			10207		P265S	1.0130
			10208-1		L210GA	1.0319
		L235GA		1.0458		
	10208-2		L245NB (MB)	1.0457		
		15 020	16Mo3	1.5415		
	10210-1	11 375	S235JRH	1.0039		
		11 443	S275JOH	1.0149		
		11 448	S275J2H	1.0138		
	10213-2	42 2643	GP240GR	1.0621		
	10213-3	42 2713	G17Mn5	1.1131		
	10084	12 020	C16E	1.1141		
		12 021	L245NB	1.0305		
	1.2	Oceli se zaručenou mezi kluzu $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	41 0338, 41 0425	10 338, 10 425		
			10084	12 022	L290NB	1.1142
			10222/2-99	11 481	P305GH	1.0436
			10025		S355JR	1.0045
				11 483, 11 503	S355J2G3	1.0570
11 523				S355J0	1.0553	
11 531				S355J2G4	1.0577	
10028-2			13 030	P295GH	1.0481	
				P355GH	1.0473	
10028-3			11 503	P355NL1	1.0566	
				P355N (NH, NL2)	1.0562	
10028-5				P355M (ML1, ML2)	1.8821	
10113-2				S355N (NL)	1.0562	
10113-3				S355 M (ML)	1.8823	
10120			11 419	P310NB, P355NB	1.0437, 1.0557	
10149-2				S315MC	1.0972	
10149-3				S355NC	1.0977	
10208-1				L290GA	1.0483	
10208-2				L360NB	1.0582	
10210-1			11 523	S355JOH	1.0547	
			11 503	S355J2H	1.0576	
				S355NLH	1.0549	
10213-2			42 2712	GP280GH	1.0625	
10213-3			42 2714	G20Mn5	1.6220	
10028-6		P355Q (QH, QL1, QL2)	1.8866			

Číslo osvědčení: **11/00**Číslo zkoušky: **1 2/001**Osvědčení platí jen
se svář. průkazem: **1 - 02 -C**Znak kurzu: **ZK**

OSVĚDČENÍ

o základním kurzu svařování

Jméno a příjmení:

Datum a místo narození:

Identifikační číslo svářeče:

Ve svářečské škole absolvoval
základní kurz ručního obloukového svařování obalenou elektrodou
podle ČSN 05 0705 s výsledkem:

- p r o s p ě l -

Držitel je oprávněn svařovat ručně obloukovým svařováním obalenou elektrodou
zařízení z nelegovaných a nízkolegovaných ocelí nevyžadujících předehřev,
v poloze vodorovné shora a svislé nahoru, která nevyžadují vyšší kvalifikaci
svářeče podle ČSN EN 287 nebo ČSN EN ISO 9606.

Datum zkoušky: **.5.2011**Platné do: **.5.2013**

[L.S.]

.....
zástupce svářečské školy.....
zkušební orgán



ČESKÁ SVÁŘEČSKÁ SPOLEČNOST ANB
CZECH WELDING SOCIETY ANB
Veřfíkova 4, 160 75 PRAHA 6



Certifikační orgán pro certifikaci personálu ve svařování č. 3032
Akreditovaný Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. podle ČSN EN ISO/IEC 17024

1

CERTIFIKÁT SVÁŘEČE

2

Označení: **EN 287-1 135 P FW 3 S t10,0 PF ml**

3

Postup svařování WPS:

4

Číslo dokladu:

5

Jméno svářeče:

6

Průkaz:

7

Druh průkazu:

8

Datum a místo narození:

9

Zaměstnavatel:

10

Předpis / zkušební norma:

11

Odborné znalosti:

Zkušební organizace:

TESYDO, s.r.o.

Číslo zkoušky:

12

Údaje o zkoušce:

Rozsah platnosti:

13

Metoda svařování EN ISO 4063:2009:

135

135, 138

14

Plech nebo trubka:

P

P

15

Druh svaru:

FW

FW

16

Skupina(y) materiálu:

3

1, 2, 3, 9.1, 11

17

Typ příd. mater./označení:

S

S, M

18

Ochranné plyny:

EN ISO 14175: M21

19

Pomocné materiály:

20

Tloušťka zkušebního kusu (mm):

10,0

≥ 3,0

21

Vnější průměr trubky (mm):

22

Poloha svařování:

PF

PA, PB, PF

23

Ostatní detaily svaru:

ml

sl,ml

24

Další pokyny viz přiložený list a/nebo postup svařování

25

Způsob zkoušení	Vykonané	Nepožadované
26 Vizualní kontrola	X	-
27 Zkouška prozářením	-	X
28 Magnetická prášková zkouška	-	X
29 Barevná kapilární zkouška	-	X
30 Zkouška makrostruktury	-	X
31 Zkouška rozlomením	X	-
32 Zkouška ohybem	-	X
33 Doplnkové zkoušky *)	-	X

Datum zkoušky: .5.2011

Platné do: .5.2013

Den vydání: .5.2011

Schválil:

Potvrzení platnosti zaměstnavatelem nebo odpovědným dozorem pro dalších 6 měsíců

34

*) Pokud jsou nutné, uveďte údaje na přiloženém listu

35

Prodloužení platnosti certifikátu certifikačním orgánem

36

na další 2 roky

37

Datum	Podpis	Služební postavení nebo titul

Datum	Podpis	Služební postavení nebo titul



ČESKÁ SVÁŘEČSKÁ SPOLEČNOST ANB
CZECH WELDING SOCIETY ANB

Veľříkova 4, 160 75 PRAHA 6
IČO: 68380704

1 OSVĚDČENÍ O ZKOUŠCE SVÁŘEČE



2 Označení: **EN 287-1 135 P BW 1.1 S t10,0 PF ss nb**

Zkušební organizace:
TDS Brno - SMS, s.r.o.
Číslo zkoušky: 11-766/00010



3 Postup svařování WPS: **11/766/002**
4 Číslo dokladu: **11/075462**
5 Jméno svářeče: **DOLEJSKÝ Tomáš**
6 Průkaz: **3131876**
7 Druh průkazu: **Občanský průkaz**
8 Datum a místo narození: **4.3.1982, Znojmo**
9 Zaměstnavatel: **SŠ řemesel a služeb Moravské Budějovice**
10 Předpis / zkušební norma: **ČSN EN 287-1**
11 Odborné znalosti: **vyhověl**

12	Údaje o zkoušce:	Rozsah platnosti:
13	Metoda svařování: 135	135, 136
14	Plech nebo trubka: P	P
15	Druh svaru: BW	BW / FW
16	Skupina(y) materiálu: 1.1	1.1, 1.2, 1.4
17	Typ příd. mater./označení: S	S, M
18	Ochranné plyny: ISO 14175 - C1	
19	Pomocné materiály:	
20	Tloušťka zkušebního kusu (mm): 10,0	3,0 až 20,0
21	Vnější průměr trubky (mm):	
22	Poloha svařování: PF	PA,PB,PF; rot. T D>=150 PA,PB
23	Drážkování/Podlož. svaru: ss, nb	ss-nb,mb; bs

24 Další pokyny viz přiložený list a/nebo postup svařování

25	Způsob zkoušení	Vykonané	Nepožadované
26	Vizuální kontrola	X	-
27	Zkouška prozářením	-	X
28	Magnetická prášková zkouška	-	X
29	Barevná kapilární zkouška	-	X
30	Zkouška makrostruktury	-	X
31	Zkouška rozlomením	X	-
32	Zkouška lámavosti	-	X
33	Doplňkové zkoušky *)	-	X

11

Ing. Jan OPLETAL
zkušební orgán



Datum zkoušky: 12.11.2009

Den vydání: 16.11.2009

Platné do: 12.11.2011

Prodloužení platnosti potvrzením zaměstnavatele nebo
odpovědného dozoru pro dalších 6 měsíců

34 *) Pokud jsou nutné, uveďte údaje na přiloženém listu

35 Prodloužení platnosti zkoušky zkušebním orgánem nebo
36 organizací na další 2 roky

37	Datum	Podpis	Služební postavení nebo titul

Datum	Podpis	Služební postavení nebo titul



INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING

Having met the Education and Training requirements of IIW Guideline 'International Welding Practitioner' and by examination having satisfied the requirements of the Examination Board of the IIW Authorised National Body

Name: **Tomáš Dolejský**

Date of birth: 04.03.1982



is hereby awarded the diploma of

INTERNATIONAL WELDING PRACTITIONER

Date: 23.01.2008

Diploma No.: IWP/CZ 08012

Ing. Jiří Šindelka
Chairman,
Board of Examiners



Ing. Dr. Vladimír Kudělka
Head,
Training School

IIW Authorised National Body: Czech Welding Society ANB

Training School: TDS Brno – SMS, s.r.o.

