

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

České Budějovice 2012

Josef Chudík

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra aplikované fyziky a techniky

Metodika a techniky obloukového svařování obalovanou elektrodou

Bakalářská práce

**Vedoucí bakalářské práce:
PaedDr. Bedřich Veselý**

**Autor bakalářské práce:
Josef Chudík**

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zejména vytvořit komplexní dílo poskytující ucelenou představu a teoretický základ k pochopení metodiky obloukového svařování obalovanou elektrodou, a také vytvořit lektorskou nebo teoretickou pomůcku této metodiky.

Práce je všeobecně zaměřena na rozvoj základních dovedností obloukového svařování obalovanou elektrodou. Úvod je věnován popisu vzniku a vývoje tohoto průmyslového odvětví. Základem bakalářské práce jsou informace o technologických principech bezchybného svařování a popisy s hodnocením technických zařízení, užívaných ke svařování.

Závěr práce je zaměřen na popis jednotlivých metod svařování se zaměřením na nejčastěji používané metody v Jihočeském regionu.

.

Abstract

The aim of this Bachelor's thesis is primarily to create a complex work to provide a comprehensive overview and theoretic rudiment to understand methodology arc coated electrode welding and secondary to create teacher's book or theoretical instrument of this methodology.

The thesis are focused generally on progress of basic skills of arc coated electrode welding. In the beginning, the thesis describes origin and development of this industry branch. The core of Bachelor's thesis is composed from information about technological principles of faultless welding and from description and evaluation of the technical devices used for welding.

The conclusion of this thesis is focused on description of the welding methodology with a view to commonly used welding methods in the South Bohemia region.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných ... fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum. 23.4.2012

Podpis studenta

Poděkování:

Touto cestou děkuji vedoucímu bakalářské práce PaedDr. Bedřichu VESELÉMU za odborné vedení, konzultace, připomínky a vstřícný přístup, který mi pomohl při vyhotovení této bakalářské práce. Dále děkuji Ing.Miroslavu ZEMENEMU jednatelem společnosti CENTES, spol. s r.o. za poučné konzultace.

OBSAH :

ÚVOD	7
1 HISTORIE SVAŘOVÁNÍ	8
2 ZÁKLADNÍ ZÁSADY A POZNATKY OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ	10
2.1 Zásady správného obloukového svařování	10
2.2 Vliv pracovního postupu na svařitelnost.....	12
2.3 Obecné poznatky ze svařování obalenou elektrodou (MMA).....	12
3 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	15
3.1 Názvosloví.....	15
3.2 Svařovací metody	16
3.3 Svařovací techniky.....	17
3.4 Druhy a značení svarů.....	17
3.5 Chyby při obloukovém svařování	19
3.6 Vady ve svarových spojích.....	21
4 PROBLEMATIKA TECHNOLOGIÍ OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ	23
4.1 Technologie obloukového svařování.....	23
4.2 Používané technické zařízení.....	27
4.3 Elektrody pro ruční obloukové svařování.....	30
4.4 Svařitelnost.....	35
5 TEORETICKÝ POPIS OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ	36
5.1 Příprava svarových ploch	36
5.2 Nastavení svařovacího proudu.....	37
5.3 Zapalování elektrického oblouku.....	37
5.4 Vedení a pohyby elektrody.....	38
5.5 Nastavení a zakončení svarové housenky.....	39
5.6 Druhy svarů.....	40
6 DOSTUPNÉ METODY V REGIONU ČESKÝCH BUDĚJOVIC	44
ZÁVĚR	45
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	46
PŘÍLOHY	46

ÚVOD

Ruční obloukové svařování obalovanou elektrodou má řadu modifikací, které výrazně rozšiřují oblast jeho použití. Kromě ručního svařování obalenou elektrodou se jedná především o metody svařování v ochranných atmosférách a pod tavidlem. Obloukové svařování je nejpoužívanější technologií svařování, které se neustále vyvíjí.

Pro výběr tohoto tématu bakalářské práce jsem se rozhodl na základě mého dlouhodobého zájmu o tento obor. Mojí původní profesí byla činnost v opravných motorových vozidel, kde jsem poměrně často využíval metodu svařování obalenou elektrodou k drobným opravám.

Cílem této bakalářské práce je přehledně uspořádat a metodicky zpracovat celou problematiku obloukového svařování, sestavit přehled zásad správného obloukového svařování a utřídění poznatků, metod a technik týkajících se technologie ručního svařování obalenou elektrodou.

Jedním ze základních cílů práce je využitelnost textu ve výuce v oboru obloukového svařování jako nejpoužívanější metody pro spojování kovů.

Práci tvoří šest hlavních kapitol, které postupně seznamují a vysvětlují základní poznatky, pojmy, problematiku technologií a teoretický popis ručního obloukového svařování obalovanou elektrodou.

Názorně popsány a schématicky zobrazeny jsou techniky svařování v kapitole 3., kde jsou podrobně uvedeny jednotlivé používané polohy. Dále lze do techniky svařování zahrnout popis jednotlivých svařovacích úkonů uvedených v kapitole 5. Jedná se o nastavení svařovacího proudu, zapalování el. oblouku, vedení a pohyby elektrody a nastavení a zakončení svarové housenky.

Význam svařování a jeho výhody spočívají především ve své použitelnosti, oblíbenosti a jednoduchém ovládní. Jsou dosti využívány v menších zámečnických provozech a automobilních dílnách k svařování různých konstrukčních prvků a opravných úkonů.

Nejoblíbenější a stále více používaný se stává svařovací invertor. Hlavní výhodou je jeho hmotnost a výborné svařovací vlastnosti. Tyto svařovací zdroje mají užitnou hodnotu především ve své mobilitě s možností prací i na méně přístupných místech s využitím elektrocentrály jako nezávislého zdroje.

1 HISTORIE SVAŘOVÁNÍ

Po staletí bylo metodou spojování kovů kovářské svařování. Potom v rozpětí několika let před rokem 1900 našly existenci tři nové procesy. Svařování elektrickým obloukem a odporové svařování byly vyvinuty po roce 1880 a zařazeny do průmyslové výroby o několik málo let později.

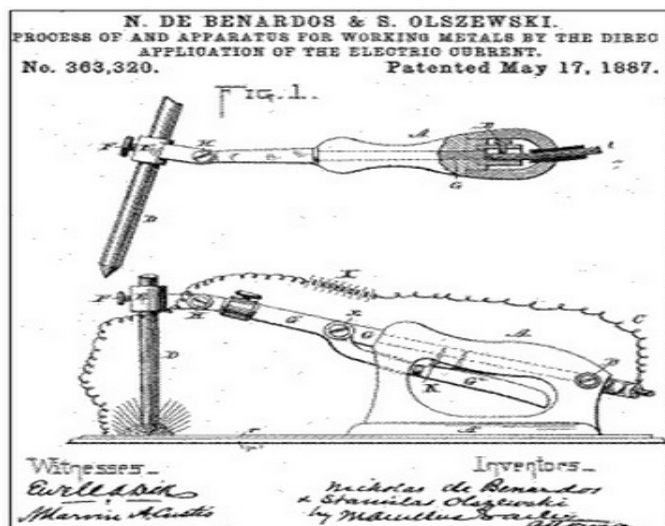
Není známo, kdy bylo poprvé použito kovářské svařování. Tři nové procesy svařování byly vyvinuty těsně před začátkem dvacátého století. Svařování elektrickým obloukem se projevilo jako nejrozšířenější a komerčně důležitá metoda. Po objevení elektrického oblouku, první známá osoba, která záměrně použila oblouk ke spojování kovů elektrickým svařování byl Angličan jménem Wilde. Přesto však zůstává elektrický oblouk až do roku 1881 pouze ve vědeckém zájmu, kdy byly představeny uhlíkové elektrické lampy. Krátce poté se objevily v Anglii elektrické pece.

První zavádění svařovacích metod do výroby

Pravděpodobně první pokus k využití intenzivního tepla elektrického oblouku pro svařování uhlíkovou elektrodou byl proveden v roce 1881 když Auguste de Meritens použil uhlíkovou elektrodu připojenou k deskám akumulátorových baterií.

Další dva vědci, N.Benardos (Obr.č.2) a S.Olszewski se zajímali o Meritensův proces a experimentovali s ním. V roce 1885 byl vydán britský patent pro metodu svařování uhlíkovou elektrodou. Benardos nechal patentovat proces také ve své rodné zemi, v Rusku.

Tento proces byl patentován v roce 1887. A tak je Benardosovi, jako prvnímu, udělen patent na svařování elektrickým obloukem. (Obr.č.1)



Obr.č.1



Obr.č.2

Patent pro svařování elektrickým obloukem Nikolaje Benardose a Stanislase Olszewskeho udělený roku 1887

Nicolas de Bernardos

[7,11]

Elektrody, klíč k pokroku.

Po prvních pracech při svařování elektrickým obloukem kovovou elektrodou bylo zřejmé, že limitujícím faktorem jsou elektrody.

První elektrody byly holé dráty z norského nebo švédského "železa", které dávaly křehké a špatné svary. Elektrický oblouk často přehříval svarový kov a vytavený svarový kov z elektrody byl po reakci působení vzduchu křehký. Při pokusech překonat tyto těžkosti, výzkumníci vyvinuli velké množství elektrod, které byly slabě obaleny různými organickými a minerálními materiály. Oscar Kjelberg ze Švédska obdržel v roce 1907 patent, který jej uznává jako průkopníka ve vývoji obalených elektrod. Obaly elektrod byly vyvíjeny v průběhu času, avšak větší měrou stabilizovaly elektrický oblouk než chránily nebo čistily svarový kov. To bylo až do roku 1912, kdy Strohmenger obdržel U.S. patent pro silně obalené elektrody a tak měl průmysl elektrody schopné dávat svarový kov s velmi dobrými mechanickými vlastnostmi. Přesto začátky zavádění obalených elektrod byly pomalé z důvodů jejich vyšší ceny. Proces obalování elektrod vyžadoval nákladné výrobní operace, zahrnující azbestové obaly, tenké hliníkové dráty a jiné materiály.

Impuls vpřed - první světová válka.

První hlavní nárůst svařování nastal v průběhu první světové války. Náhlá potřeba nárůstu počtu velkých transportních lodí byl přispívající činitel. Dosud neobjevené možnosti svařování obloukem byly jasně prokázány. V Evropě ve stejném čase byly dány do provozu celosvařované čluny plující přes Lamanžský průliv. Britové též vypustili v roce 1920 celosvařovanou loď "Fuglar". Svařování elektrickým obloukem se stalo akceptovatelnou metodou pro výrobu lodí. První aplikace svařování elektrickým obloukem v letectví nastala též v průběhu první světové války. Anthony Fokker holandský letecký výrobce, použil metodu pro výrobu trupů letadel pro některé německé bojové plány.

Období pomalého růstu.

V letech krátce po první světové válce se znatelně nezvýšily aplikace obloukového svařování.

V roce 1919 byl udělen patent na celulózové elektrody, které nenechávají strusku pokrývající spoj, ale přesto dávají houževnatý a tažný svar. Tyto svařovací elektrody byly použity v roce 1925 pro velké tlakové nádoby pro ropné rafinerie. Tříobloukový celosvařovaný most, 152 m (500 ft), byl postaven v roce 1923 v Torontu v Kanadě. V této době výrobci začali používat stále více svařování elektrickým obloukem pro výstavbu skladovacích nádrží na naftu, benzin a ropné destiláty. První aplikace velkých rozměrů byly konstrukce nádrží pro miliony galonů, které byly 38,7 m (127 ft) vysoké.[7]

Roky rychlého pokroku.

Aplikace svařování elektrickým obloukem rychle rostla po roce 1929 a prudkým začátkem druhé světové války. Tato metoda se stala dominantní svařovací metodou. Kolem roku 1935 byly k dispozici zlepšené svařovací zdroje střídavého proudu. Tyto svářečky nabízely jisté výhody, ale elektrický oblouk střídavého proudu se ukázal být obtížněji ovladatelným.

Pokračování poválečného vývoje.

Metoda svařování obloukového wolframovou elektrodou se ukázala být neúspěšnou pro svařování velkých průřezů vysoce vodivých materiálů, protože svařence měly tendenci odvádět značné množství tepla. K překonání těchto potíží byly netavící se wolframové elektrody nahrazeny tavícími se kovovými elektrodami. Důležitý vývoj v ručním svařování obalenými elektrodami bylo v této oblasti zejména použití železného prášku v obalu elektrod. Přínosem železného prášku v obalu elektrod byl zvýšený výkon odtavení, a tím vyšší rychlost svařování. Dalším výhodou bylo, že svářeč mohl elektrodu táhnout podélně ve směru svarového spoje, bez jejího namáhavého držení a dodržování požadované vzdálenosti od svařence.

Tím byla požadována menší řemeslná zručnost a správná technika svařování byla snadnější pro zacvičení začátečníků. Nevýhodou použití železného prášku v obalu elektrod byla jeho vysoká výrobní cena. Obloukové svařování pokračuje a má stále primární význam při spojování kovů. Záření, dým a rozstřík, které vyšly z evropských laboratoří vytvořily jeden z nejdůležitějších procesů moderního průmyslu.

2 ZÁKLADNÍ ZÁSADY A POZNATKY OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ

2.1 Zásady správného obloukového svařování

Svařování (obecné zásady)

- před začátkem svářecích prací se musí vyhodnotit, zda i v prostorách přilehlých nejde o práce se zvýšeným nebezpečím
- před zahájením svářecích prací musí svářeč zkontrolovat, zda jsou v místě svařování odstraněny hořlavé látky, zamezeno požáru nebo výbuchu a zda je na pracovišti i v jeho okolí zabezpečena předepsaná ochrana osob [7,5]

- pracovníci vybavení OOPP podle přílohy ČSN 050601 nesmí být znečištěni olejem, tukem apod. a musí být rozestavěny zástěny pro ochranu osob proti záření a teple
- svářeč musí mít platný svářečský průkaz
- na pracovišti musí být pořádek, aby svařovací zařízení a příslušenství nemohla být příčinou úrazu (např. zakopnutí, sklouznutí, pád, poranění nástroji)
- po dobu práce, při jejím přerušování a po ukončení svařování nebo řezání v prostorách s nebezpečím požáru nebo výbuchu musí být místo svařování a přilehlé prostory kontrolovány
- po nezbytně nutnou dobu a u nebezpečných prací po dobu nejméně 8 hodin po skončení práce

Obloukové svařování kovů

- připojení svařovacích vodičů musí být provedeno tak, aby se zabránilo náhodnému neúmyslnému dotyku s výstupními svorkami svařovacího zdroje
- svařovací kabel musí být spojen se svařovaným předmětem nebo s podložkou svařovací spojkou
- svorka na připojení svařovacího vodiče ke svařenci musí být umístěna co nejbližší k místu svařování nebo na kovový svařovací stůl, na němž leží svařenec
- elektrody musí svářeč vyměňovat zásadně s nasazenými neporušenými svářečskými rukavicemi (ne vlhkými a ne mokřými)
- držák elektrod a svařovací pistole musí být odkládány na izolační podložku nebo na izolační stojan
- vodič svařovacího proudu musí být uložen tak, aby se vyloučilo jeho možné poškození ostrými ohyby, jinými předměty a účinky svařovacího procesu
- přívody ke zdrojům svařovacího proudu musí být v případě nebezpečí mechanického poškození chráněny mechanicky odolným krytem nebo vhodným umístěním
- poškozené svařovací vodiče nesmí být používány
- periodické prohlídky svařovacího zdroje musí být prováděny pověřenými pracovníky podle pokynů výrobce
- pracovníci na svařovacím pracovišti musí být prokazatelně seznámeni s poskytováním první pomoci při úrazech elektrickým proudem [5]

2.2 Vliv pracovního postupu na svařitelnost

Odlišnost v rychlosti ochlazování svaru a tepelně ovlivněné oblasti. svařovat tak, aby chladnutí materiálu bylo co nejpomalejší. Toho docílíme velkým přívodem tepla.

To znamená - použití elektrody velkého průměru

- použití velkého svářecího proudu
- použití pomalejší postupové rychlosti svařování

Pokud je základní materiál více kalitelný, než materiál z elektrody, je lépe svařovat tak, aby nastal co nejmenší závar, a tím i malé přimísení základního materiálu k svarovému kovu.

To znamená - použití elektrody menších průměrů

- použití malého svářecího proudu
- použití větší postupové rychlosti svařování

Svařování v krátkých úsecích, po nichž následuje přestávka. To znamená zvětšení místního pnutí, ale celkové pnutí se spíše zmenší.

2.3 Obecné poznatky ze svařování obalenou elektrodou (MMA) (Z angl. Manual Metal Arc)

Charakteristika

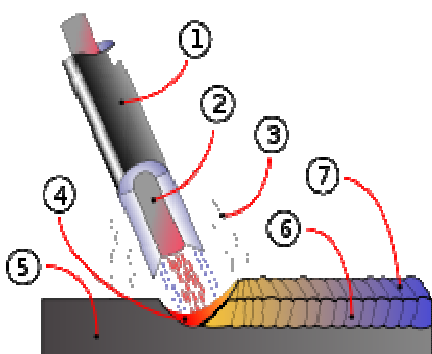
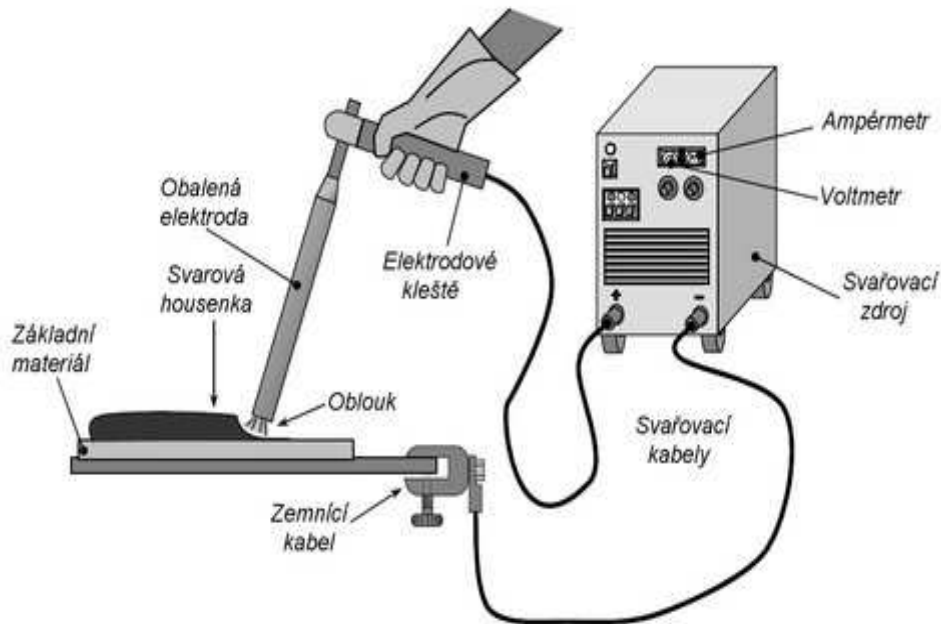


Schéma ručního obloukového svařování obalenou elektrodou: Obr.č.3

(1) obal elektrody, (2) kovové jádro elektrody, (3) ochranná atmosféra, (4) svarová lázeň, (5) základní materiál, (6) svarový kov, (7) struska [8,11]


Technologie svařování obalenou elektrodou pracuje na principu hoření oblouku mezi základním materiálem a obalenou elektrodou. Obalená elektroda je složena z plného materiálu tzv. jádra a obalového materiálu. (Obr.č. 4)



Obr.č. 4

Oblast využití:

Obloukové svařování pomocí obalené elektrody je primárně používáno pro svařování nelegovaných, nízko legovaných i vysoce legovaných materiálů v aplikační tloušťce od cca 2 do 50 mm. Technologie se využívá zejména pro svařování ocelových konstrukcí, tlakové nádoby nebo v lodním průmyslu.

Typ svaru	Tloušťka základního materiálu (mm)						
	1.5	3	6	12	24	...	100 200
 Základní svar bez přípravy svarových ploch							
 Základní svar s přípravou svarových ploch							
 Více vrstvý svar							
 Koutový svar							

[8]

Svařovací metoda MMA

- Vhodnější pro větrné, venkovní podmínky
- Snášenlivější při svařování na znečištěném nebo korodovaném kovu
- Snadné použití v terénu a na montážích (v případě použití invertorů)

Výhody metody MMA :

- Zařízení pro MMA je relativně jednoduché a přenosné.
- Metoda nevyžaduje externí zařízení plynového hospodářství. Ochrannou vrstvu vytváří obal elektrody
- Proces je relativně nenáročný na povětrnostní podmínky jako např. odfouknutí plynu.
- Proces může být použitý i v podmínkách s nižším nárokem na přístup.
- Různorodá použitelnost v oblasti druhů materiálů (uhlíková ocel, slitiny, nerez, litina, hliník apod.)
- Možnost svařování v polohách.

Nevýhody metody MMA:

- Nutnost odstranění strusky z povrchu materiálu
- Nízká produktivita z hlediska častých výměn elektrod
- Metoda není vhodná na povrchově upravené materiály jako Ti, Zn z důvodu vysokého vneseného tepla
- Metodu nelze aplikovat na reaktivní prvky, titanium, zirconum, tantalum, columbium z důvodu reakce a kontaminace kyslíkem [8]

3 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

3.1 Názvosloví

Arc Force funkce, která pomáhá stabilizovat hořící elektrický oblouk při svařování.

Anti Stick pokud přeci jen dojde k přilepení elektrody, tato funkce zajistí skokové snížení svářecího proudu na minimum.

Hot Start funkce, která usnadňuje zapálení oblouku tím, že zvýší zapalovací proud o cca 30% oproti proudu nastavenému svářečem.

Soft Start (Soft Power ON)

tzv. měkký start. Funkce zajišťuje pomalý náběh svářečky po zapnutí.

MMA

zkratka označující ruční svařování obalenou elektrodou. (*Z angl. Manual Metal Arc*)

TIG

zkratka pro svařování netavící se wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu - známé jako svařování pod argonem. Většina invertorů pro MMA svařování umožňuje také TIG svařování. (*Z angl. Tungsten Inert Gas*)

WIG

totéž co TIG, ale zkratka pochází z němčiny. (*Wolfram Inert Gas*)

MIG/MAG

S rozšiřujícím se počtem multifunkčních invertorů schopných svařovat také metodami MIG/MAG, nabývají tyto zkratky na významu. MIG (*Metal Inert Gas*) resp. MAG (*Metal Aktiv Gas*) znamenají poloautomatické svařování v ochranné atmosféře inertního (Ar, Ar+He), resp. aktivního (CO₂, Ar+CO₂, Ar+O₂) plynu.

Napětí naprázdno

elektrické napětí mezi výstupními svářecími svorkami zapnuté svářečky v době kdy se nesvařuje (naprázdno). Čím je toto napětí vyšší, tím lépe elektroda zapaluje a hoření je stabilnější. [9]

Krytí

označuje jakým způsobem je konstruován kryt svářečky. Zda je odolný proti pronikání prachu, vody, různých předmětů, apod. Úroveň krytí se označuje zkratkou IP a číslem.

Zatěžovatel

Veledůležitý údaj. Udává jak dlouho lze svařovat daným proudem. Pro výpočet zatěžovatele se používá desetiminutový cyklus.

DZ, ED

zkratky používané pro označení zatěžovatele. (*DZ - Dovolené Zatížení*)

Statická charakteristika svářečky

závislost mezi napětím a proudem měřeným na výstupních svorkách svářečky v ustáleném stavu. Pro svařování MMA nebo TIG je nutné mít zdroj se strmou charakteristikou. Pro svařování MIG/MAG je naopak nutná plochá charakteristika.

3.2 Svařovací metody

Metody svařování dle ČSN EN ISO 4063 (05 0011)

Svařování a příbuzné procesy - přehled metod a jejich číslování

1 - Obloukové svařování

(Arc welding)

Svařovací metody při kterých se svar vytváří tavením základního, případně i přídavného materiálu elektrickým obloukem hořícím mezi elektrodou a svařovaným materiálem.

111 - Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou

(Manual metal arc welding, metal arc welding with covered electrode)

Obloukové svařování, které používá obalenou drátovou elektrodu. Mezi charakteristické rysy této metody patří: možnost svařovat v podstatě všechny materiály a ve všech polohách. Proto patřila

po dlouhá desetiletí mezi nejzákladnější metody. Dnes její podíl na trhu klesá.

Dříve používané české a zahraniční označení:

ROS (ČR), MMAW (USA), [9,10]

3.3 Svařovací techniky

Pojmenování	Popis	Symbol	Sklon S	Otočení R
poloha vodorovná shora	Vodorovný směr svařování, svislá osa svaru, krycí vrstva nahoře	PA	0° 180°	90° 90°
poloha vodorovná šikmo shora	Vodorovný směr svařování, krycí vrstva směrem šikmo nahoru	PB	0° 0° 180° 180°	45° 135° 45° 135°
poloha vodorovná	Vodorovný směr svařování, vodorovná osa svaru	PC	0° 0° 180° 180°	0° 180° 0° 180°
poloha vodorovná šikmo nad hlavou	Vodorovný směr svařování, nad hlavou, krycí vrstva směrem šikmo dolů	PD	0° 0° 180° 180°	225° 315° 225° 315°
poloha vodorovná nad hlavou	Vodorovný směr svařování, nad hlavou, svislá osa svaru, krycí vrstva dole	PE	0° 180°	270° 270°
poloha svislá nahoru	Svislý směr svařování zdola nahoru	PF	90°	-
poloha svislá dolů	Svislý směr svařování shora dolů	PG	270°	-
<p>Poznámky</p> <p>1 Za účelem vyhnutí se možným záměnám s již používanými zkratkami, např. F pro plochý (z angl. „flat“), bylo ve zkratkách pro označování „hlavní polohy“ jako výchozí písmeno předřazeno „P“ (pro polohu).</p> <p>2 Tolerance pro hlavní polohy nejsou v této mezinárodní normě definovány, protože závisí na odlišnostech použitých postupů svařování.</p>				

3.4 Druhy a značení svarů

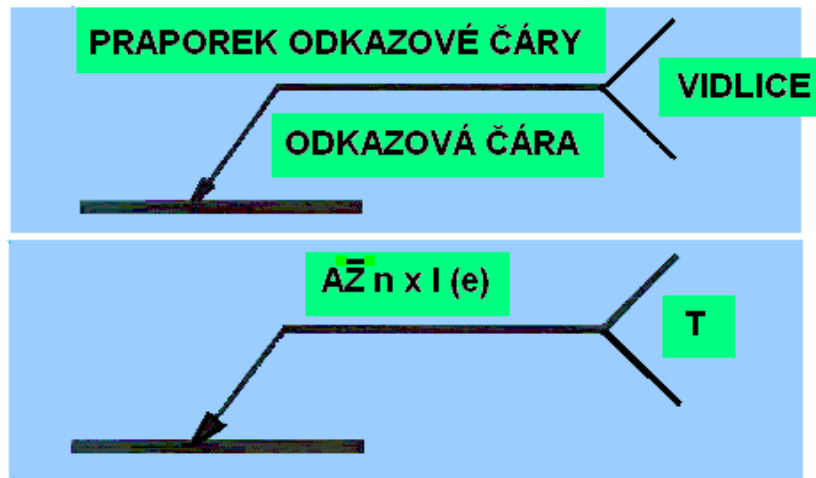
Při obloukovém svařování se používají základní druhy svarů

- svar tupý (I, V, X, U a poloviční V, X, U)
- svar koutový (rohový)
- svar lemový [2,3]

Značení svarů na výkresech ČSN 01 31 55 (Obr. č.5)

Označení svarů se skládá ze značky základní, která se podle potřeby doplňuje:

- Doplňkovou značkou
- Rozměrem svaru
- Údajem o zhotovení



A	CHARAKTERISTICKÝ ROZMĚR SVARU	
Z	ZNAČKA SVARU	
-	TVAR POVRCHU SVARU	
n	POČET SVARŮ	
l	DÉLKA SVARŮ	
e	MEZERA MEZI SVARY	
T	ÚDAJE O ZHOTOVENÍ	TECHNOLOGIE, KONTROLA
		JAKOST SVARU
		PŘÍDAVNÝ MATERIÁL

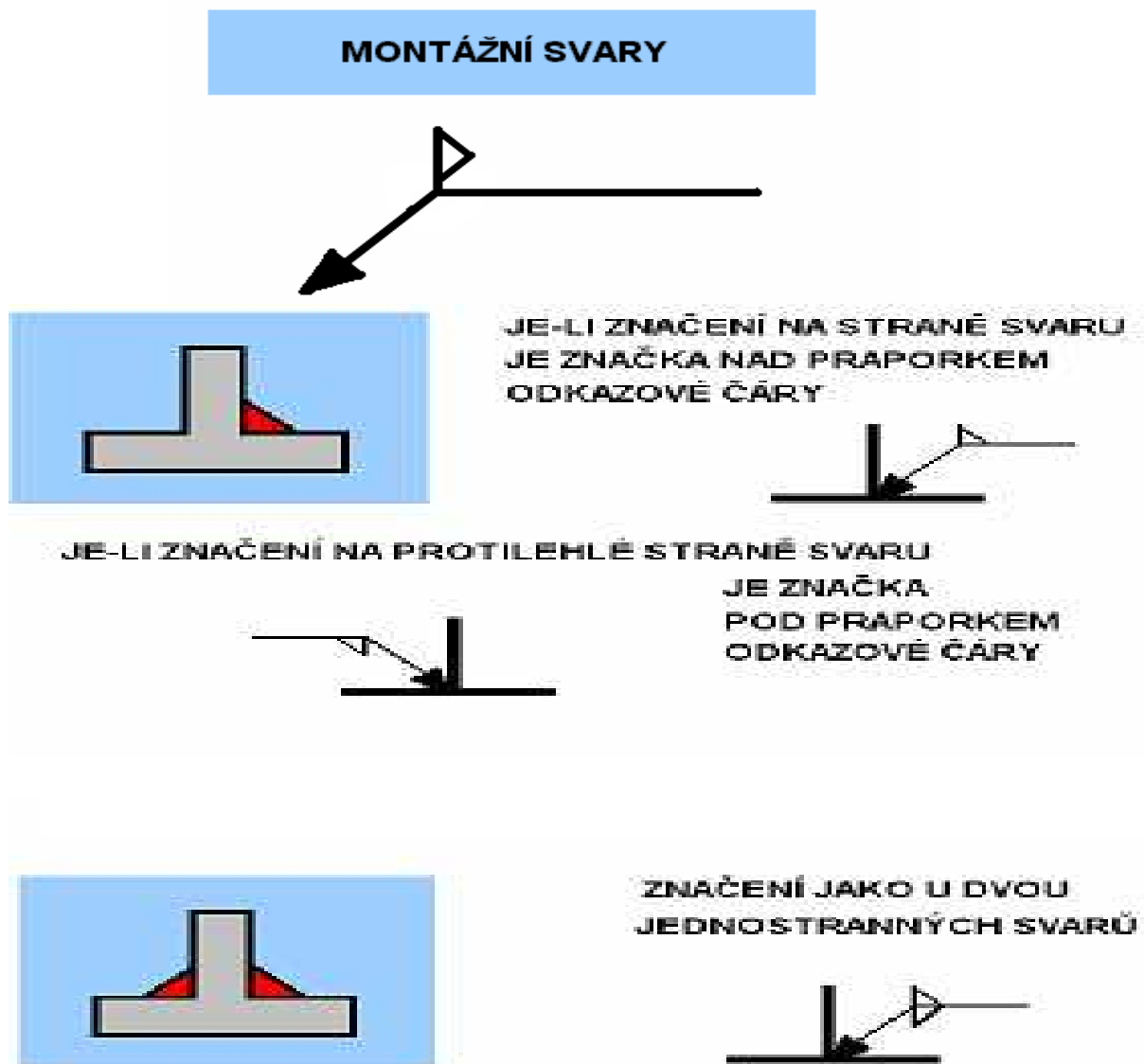
Obr. č.5

Je-li na zlomu odkazové čáry **kroužek**, jedná se o provedení svaru po celém obvodu (Obr. č.6)



Obr. č.6 [2, 6]

Je-li na zlomu odkazové čáry **trojúhelníkový praporek**, jedná se o svar montážní. (Obr. č.7)



Obr. č.7

3.5 Chyby při obloukovém svařování

Při svařování elektrickým obloukem se můžeme dopouštět řady chyb, které mají za následek špatnou jakost výsledného svaru.

Přehled možných chyb a jejich příčiny.

1) oblouk se špatně zapaluje, nebo se při normální délce přerušuje.

- elektroda není dobře upnuta v držáku
- držák elektrody je poškozen, nebo znečištěn
- svařenec je znečištěn
- je příliš malý proud [1,2,6]

- obal elektrody přesahuje na konci jádro elektrody
- je přerušen proudový okruh

2) elektroda se rozžhavuje

- vysoký proud
- svářeč často zkratuje elektrodu

3) elektroda se přilepuje na materiál

- malý proud
- špatná délka oblouku
- pokles síťového napětí u zdrojů, které nemají kompenzaci výkyvů síťového napětí

4) příliš velký rozstřík kovu, hluk oblouku

- vysoký proud
- příliš dlouhý oblouk
- nesprávná polarita elektrody
- svařované místo je mokré

5) neklidný oblouk

- dlouhý oblouk
- svařenec je znečištěný (rez, barva, olej)

6) foukání oblouku

- nevhodně umístěná zemnicí svorka
- nesprávný sklon elektrody

7) dlouhý oblouk

- svarový kov nekvalitní v důsledku přístupu vzduchu
- výskyt pórů a strusky ve svaru
- velký propal legur u legovaných elektrod
- malý závar

8) špatná příprava – mezera v kořeni příliš malá, nebo velká

- kořen nelze provařit, nebo je obtížné překlenout velkou mezeru
- špatné spojení v kořeni
- nebezpečí vzniku trhlin, zvětšení vnitřního pnutí [1]

3.6 Vady ve svarových spojích

Vady ve svarových spojích snižují jakost spojení, nebo mohou svar úplně znehodnotit. Podle polohy rozlišujeme vady vnitřní a vnější. Příčina vzniku těchto vad je buď již v nesprávné volbě materiálu, nebo ve špatné technologii svařování.

1) trhliny (patří mezi nejnebezpečnější vady ve svarech, je to nepřípustná vada)

- v důsledku obtížné svařitelnosti materiálu a s tím spojenou nevhodnou technologií svařování
- účinkem velkého vnitřního pnutí
- vlivem velké tuhosti konstrukce
- nevhodným tvarem spoje
- volbou nevhodné elektrody
- jednostranným ohřevem

2) póry a bubliny (jsou jen málo nebezpečnou vadou)

- rychlé chladnutí lázně vlivem malého svařovacího proudu
- foukání oblouku
- dlouhý oblouk
- znečištěný základní materiál nebo elektroda
- nevhodný obal elektrody nebo vlhký obal
- příliš velká rychlost svařování

3) vměstky (jedna z nejčastějších vad u svarových spojů namáhaných na únavu)

- špatné odstraňování strusky při svařování
- nesprávné vedení elektrody způsobující předbíhání strusky
- malá tekutost tavné lázně, nízký proud
- nedostatečné očištění návarových ploch
- příliš velký průměr elektrod
- malý úhel rozevření
- špatný postup svařování

4) studený spoj (je velmi nebezpečnou vadou, kterou ovlivňuje svářeč)

- nedostatečné natavení návarových ploch – použití nízkého svařovacího proudu
- příliš velká rychlost svařování
- nesprávné slícování svařovaných kusů [1]

- foukání oblouku
- nesprávná polarita
- chybné vedení elektrody
- příliš malý průměr elektrody
- nepravidelná spára v kořeni

5) neprovařený kořen (významně oslabuje nosný průřez svarů)

- nedostatečná příprava a slícování materiálu
- použití elektrody příliš velkého průměru, který neodpovídá poloze svařování
- nevhodné vedení elektrody
- nízký svařovací proud
- velká rychlost svařování

6) vruby a zápaly (vrub je místem koncentrace napětí a počátkem vzniku trhlin)

- vysoký proud
- nesprávné vedení elektrody
- použití nevhodné elektrody

7) krápníky (povrchová vada, neovlivňují mechanické hodnoty svaru)

- špatné sestavení základního materiálu
- nevhodná velikost styčné spáry
- nevhodný průměr elektrody

8) přesazený kořen (vzniká nesprávným slícováním svarových ploch)

Vady ve svarech a jejich určování přípustnosti vychází podle normy ČSN EN 25817. Vady rozeznáváme vnější a vnitřní. Základním parametrem hodnocení je síla základního materiálu (h) a skupina hodnocení (B,C,D). Každá vada má svůj přesný popis a číselné označení. Vadám předcházíme dodržováním postupů svařování a určených parametrů . [1]

4 PROBLEMATIKA TECHNOLOGIÍ OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ

4.1 Technologie obloukového svařování

Při obloukovém svařování je jako zdroj tepla využíván elektrický oblouk hořící mezi elektrodou a svařovaným materiálem, který taví kov elektrody a roztavuje povrch základního materiálu. Roztavený kov elektrody přechází sloupцем oblouku do tavné lázně a slitím tohoto přídavného materiálu a nataveného základního materiálu vzniká svar.

Obloukové svařování má řadu modifikací, které výrazně rozšiřují oblast jeho použití. kromě ručního svařování obalenou elektrodou se jedná především o metody svařování v ochranných atmosférách a pod tavidlem. Obloukové svařování je obecně nejpoužívanější technologií svařování a neustále se vyvíjí.

Svařovací oblouk

Svařovací oblouk je elektrický výboj kruhového průřezu, který prochází horkým ionizovaným plynem. Pro svařovací oblouk je charakteristické napětí 10 až 50 V a proud 10 až 2000 A.

Teplota oblouku je přes 5000 °C

Oblouk tvoří následující oblasti:

1) katodová skvrna

- to je část povrchu žhavé katody

2) oblast katodového úbytku napětí

- to je prostor těsně u katody o tloušťce asi 0,1 mm. Nastává zde prudký úbytek napětí.

3) sloupec oblouku

- to je prostor mezi elektrodami, jasně září a dosahuje vysoké teploty přes 5000°C

4) oblast anodového úbytku napětí

- dochází tam k prudkému úbytku napětí

5) anodová skvrna

- oblast na anodě, kde jsou pohlcovány elektrony

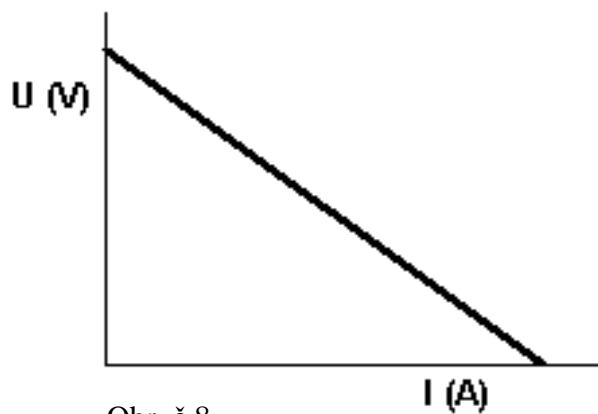
Voltampérová charakteristika

S konstantním výkonem polostrmá (Obr. č.8)

S konstantním proudem strmá (Obr. č.9)

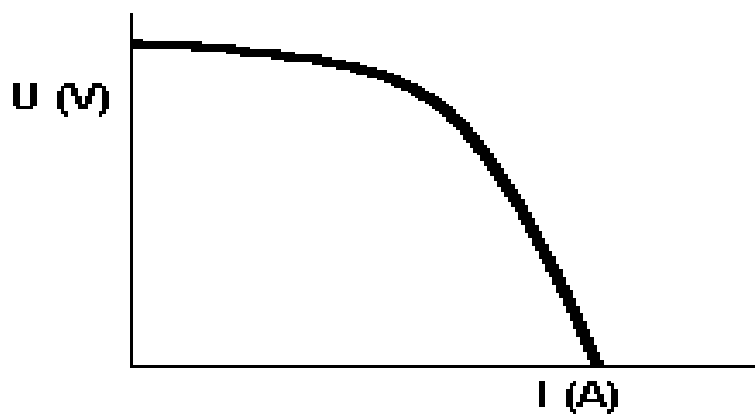
S konstantním napětím plochá (Obr. č.10) [1]

Plostrmá charakteristika



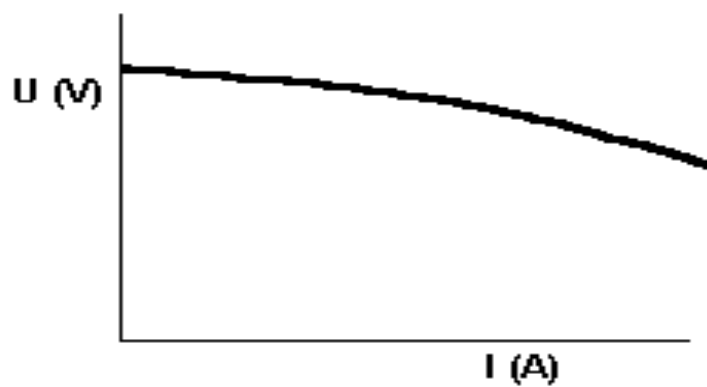
Obr. č.8

Strmá charakteristika



Obr. č.9

Plochá charakteristika



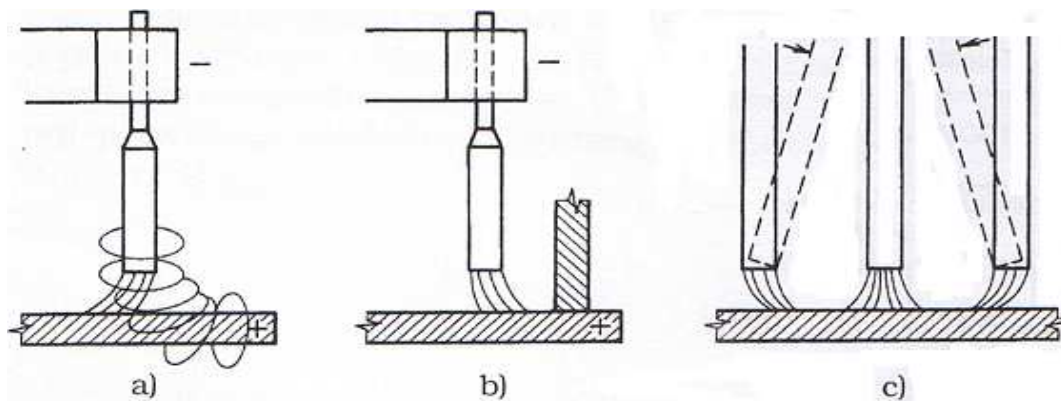
Obr. č.10 [6]

Voltampérová charakteristika elektrického oblouku (V-A)

Voltampérová charakteristika elektrického oblouku vyjadřuje funkční závislost elektrického napětí na oblouku U a svařovacího proudu I . V-A charakteristika je platná vždy pro určitou konstantní délku oblouku. Při změně délky oblouku se mění poloha křivek i napětí.

Foukání oblouku

Při průchodu proudu vodičem vzniká elektromagnetické pole které, pokud není souměrné, může být při svařování především větším stejnosměrným proudem nežádoucím jevem. Může docházet k tzv. foukání oblouku. Nejčastěji k tomu dochází na počátku a konci svarů. (Obr. č.11)



Foukání oblouku

- a) při nevhodném umístění přípoje uzemňovacího kabelu,
- b) při svařování v blízkosti žebra,
- c) při naklápění elektrody

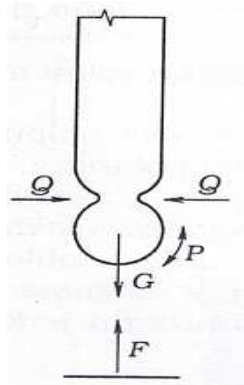
Obr. č.11

Podstatné zmenšení foukání oblouku lze docílit přemístěním přípoje proudu (uzemnění) proti směru foukání. Také se mění sklon elektrody tak, aby byla nakloněna vždy proti směru foukání.

Vhodným opatřením je i zkracování vzdálenosti přívodu proudu od místa hoření oblouku.

Přenos kovu v oblouku

Při obloukovém svařování tavící se elektrodou dochází ve sloupci oblouku k přenosu roztaveného kovu elektrody do svarové lázně. Tento přenos se děje různými způsoby a je ovlivňován především proudovou hustotou, napětím, atmosférou, obalem elektrod a polaritou. (Obr.č.12)



oddělení kapky kovu od elektrody:

P – povrchové napětí

Q – síla způsobená el.magnetickým polem

G – zemská tíže

F – silový účinek vypařování

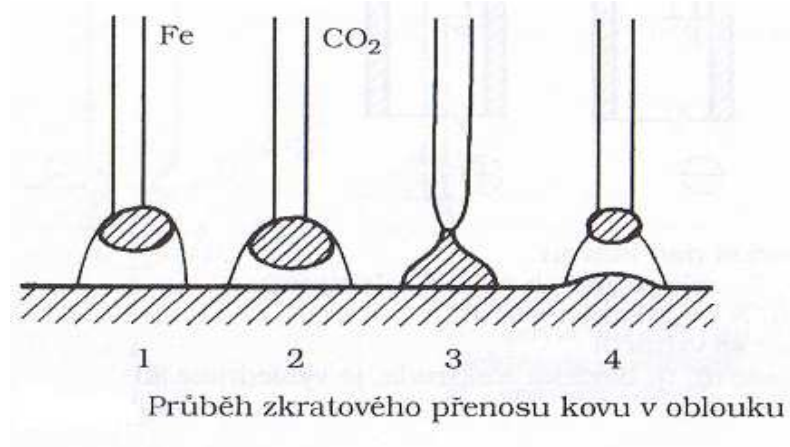
Obr.č.12

[1]

Rozeznáváme tyto druhy přenosu kovu v oblouku:

1) zkratový přenos

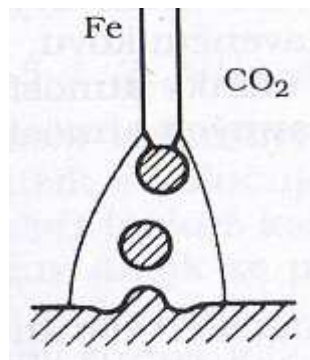
Při tomto typu přenosu kapka roztaveného kovu z elektrody při dotyku s tavnou lázní vytvoří zkrat mezi elektrodou a tavnou lázní. Po přerušení zkratu se opět zapálí oblouk. (Obr. č.13)



Obr. č.13

2) kapkový přenos

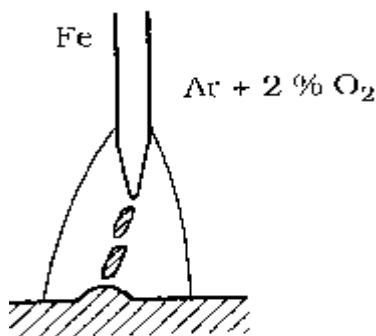
Při kapkovém přenosu kovu obloukem se odtavují menší kapky s frekvencí 20 až 50 kapek za sekundu. Nedochozí ke zkratům. Kapkový přenos je charakteristický pro obloukové svařování v ochranné atmosféře CO_2 . (Obr. č.14)



Obr.č. 14

3) sprchový přenos

Je to bezzkratový druh přenosu. Kapky tekutého kovu jsou jemně rozptýleny a pohybují se ve směru osy elektrody. Sprchový přenos vzniká při vyšším proudu a delším oblouku. Je typický pro obloukové svařování v ochranné atmosféře bohaté na argon. (Obr.č.15)



Obr.č.15 [1]

Pochody v elektrickém oblouku

Tavení elektrod i základního materiálu je provázeno vždy vyhoříváním některých prvků. Při svařování oceli vyhořívá z elektrody mangan (Mn) a křemík (Si). Tyto prvky je nutno v odpovídajícím množství dodat do obalu elektrody, tavidla nebo jádra elektrody.

Plyny ve svarovém kovu

Na svařování má vliv prostředí, v němž se svařuje. Většinou se svařuje v atmosférickém vzduchu

Plyny obsažené ve vzduchu a vodní pára mohou významně ovlivnit jakost spojení a vyžadují technologická opatření jak jejich účinek omezit.

Ochrana před účinky plynů je prováděna vhodnými obaly elektrod se struskotvornými přísadami. Vzniklá struska může svým složením způsobit redukci vzniklých oxidů v roztaveném kovu.

4.2 Používané technické zařízení

Pro obloukové svařování je podle potřeby používán střídavý i stejnosměrný proud.

Zdroje střídavého proudu.

- svařovací transformátory: jejich používání klesá ve prospěch zdrojů stejnosměrného proudu.

Zdroje stejnosměrného proudu.

- svařovací agregáty (točivé zdroje)
- svařovací usměrňovače – s transduktorem
 - tyristorovým řízením
 - analogové
 - sekundárně taktované
 - inventory

Charakteristiky svařovacího zdroje:

- Zatěžovatel svařovacího zdroje (DZ) je jeden ze základních parametrů svařovacího zdroje
- Statickou charakteristiku lze vyjádřit závislostí mezi pracovním napětím a svařovacím proudem. Pro ruční svařování elektrickým obloukem je používaná tzv. strmá statická charakteristika.
- Dynamická charakteristika zdroje popisuje schopnost zdroje vyrovnávat s náhlými krátkodobými změnami napětí při zapalování oblouku, při zkratu a jeho přerušení. [1]

Svařovací zdroje střídavého proudu

svařovací transformátory.

Pro svařování střídavým proudem se používají jednofázové transformátory. Konstrukce transformátorů je jednoduchá

1) svařovací transformátor s rozptylovým jádrem.

Rozptylové jádro je posuvné mezi primárním a sekundárním vinutím. Podle polohy odvede jádro

část magnetického pole, čímž zeslabí magnetické pole v sekundárním vinutí, a tím i sekundární (svařovací) proud.

2) svařovací transformátor se sekundárním přepínačem

3) svařovací transformátor s primárním přepínačem

4) svařovací transformátor s řídicí tlumivkou a vysokonapěťovým přepínačem

5) svařovací transformátor s řízenou tlumivkou s předmagnetizací (transduktor)

Svařovací zdroje stejnosměrného proudu

1) svařovací agregáty (točivé zdroje)

Točivé stroje se skládají obvykle ze svařovacího dynama, které je vlastním zdrojem proudu pro oblouk, a z motoru, nejčastěji třífázového, který dynamo pohání. Oba stroje mají společnou osu, nebo i společný kryt, a jako celek je většinou pojízdný. (obr.č. 16)

V místech, kde není k dispozici elektrická síť, se používají točivé stroje s benzinovým nebo naftovým motorem. V dynamu se vyrábí elektrický proud indukcí ve vodičích kotvy, otáčející se v elektromagnetickém poli



obr.č. 16 [1,11]

Triodyn K-320

U nás jsou velmi známé tzv. „triodynky“ točivé stroje starší konstrukce z firmy MEZ Broumov

2) svařovací usměrňovače

Pro svařování stejnosměrným proudem se používají nejčastěji svařovací usměrňovače. Skládají se zpravidla z transformátoru a diodového usměrnění. (Obr. č. 17)

a) svařovací usměrňovače s nastavitelnou tlumivkou

b) svařovací usměrňovače s tyristorovým řízením



Obr. č. 17 třífázový elektrodový usměrňovač WTU 307

c) svařovací elektronické usměrňovače s výkonovými polovodiči

polovodičové výkonové prvky ve výkonové části zdroje těchto usměrňovačů reagují velmi rychle na řídicí signály, a proto lze operativně měnit výstupní výkon podle potřeby svařovacího procesu .

- analogový svařovací usměrňovač

- sekundárně taktovaný svařovací usměrňovač

- invertor primárně taktovaný svařovací usměrňovač (Obr. č. 18)

Tento moderní zdroj se vyznačuje malou hmotností a výbornými svařovacími charakteristikami. Často je vybavován mikroprocesorem pro řízení svařovacích parametrů.



Obr. č. 18 Invertor [1,11,12]

Příslušenství ke svařovacím zdrojům

- dálkové ovládání
- držáky elektrod
- svěrky

1) dálkové ovládání

Slouží ke změně svařovacího proudu, podle typu svaru, polohy svařování a stavu tavné lázně. Dálkové ovladače jsou ruční a nožní.

2) držáky elektrod

Držáky elektrod pro ruční obloukové svařování jsou normovány ČSN EN 60974-11. Velikosti držáků jsou dány proudovým zatížením a potřebnou velikostí upínacích čelistí.

3) svěrky

Pro přivedení druhého pólu od svařovacího zdroje na svařovaný materiál slouží kabely a svěrky. Svěrky musí být na svařovaném materiálu nebo svářečském stole upnuty pevně, aby se přechodový odpor zmenšil na minimum. Svěrka se umísťuje v blízkosti místa svařování, aby cesta proudu přes součást byla co nejkratší. Konstrukce svěrek je závislá na velikosti svařovacího proudu.

4.3 Elektrody pro ruční obloukové svařování

Jako přídavný materiál pro ruční svařování obloukem se používají tzv. obalené elektrody, které se skládají z kovového jádra a tavidla obaleného okolo jádra. Složení obalu určuje vlastnosti svarového kovu, musí vyhovovat daným základním materiálům a použitému svařovacímu proudu.

Funkce obalu elektrod

Plynotvorná funkce obalu zajišťuje tvorbu ochranné atmosféry z kouře a plynů vznikajících při hoření elektrického oblouku a spalování tavidla. Ochranná atmosféra brání přístupu vzdušného kyslíku a dusíku do svarové lázně a tím zajišťuje požadované plastické vlastnosti svarového kovu.

Rozkladem solí alkalických kovů v obalu dochází k lepšímu zapalování a hoření elektrického oblouku, tzv. ionizační funkce. [1]

Metalurgická funkce obalu způsobuje rafinaci svarového kovu a dodává propalované prvky ve svařovaných materiálech. U svařování ocelí dochází typicky k propalování molybdenu, titanu, křemíku a chrómu a dalších prvků, které musí být dolegovány buď v jádře elektrody nebo jeho obalu. Ze svarového kovu se rafinují metalurgicky nevhodné prvky zejména fosfor a síra a svarová lázeň se desoxiduje. Pro rafinaci síry se využívá například mangan, ke kterému má síra větší afinitu než k železu.

Výroba.

Elektrody se vyrábějí buď máčením, usušením a obroušením nebo častější technologií lisováním a vysušením. Průměry elektrod bývají nejčastěji od 1,6 do 8,0 mm a jejich běžné délky v intervalu od 150 do 450 mm, pro zvláštní použití délky až 1000 mm.

Skladování

Jednou z největších nevýhod obalovaných elektrod je jejich náchylnost k navlhání, které významně snižují kvalitu svaru, zejména plastických vlastností. Zvýšenou vlhkostí obalů se z nich dostává do svaru vodík, který způsobuje tzv. praskání za studena. Proto je velmi nutné skladovat obalované elektrody v suchu a před přímým použitím je nutné je přesušit a uchovávat ve speciálních nádobách (termoskách) za zvýšené teploty.

Druhy obalů

Přesné složení obalů elektrod je předmětem chráněných receptur výrobců.

Druhy obalů elektrod

druh obalu	označení
bazický	B
rutilový	R
kyselý	A
celulosový	C
rutil-kyselý	RA
rutil-bazický	RB
tlustostěný rutilový	RR

[1]

Bazický

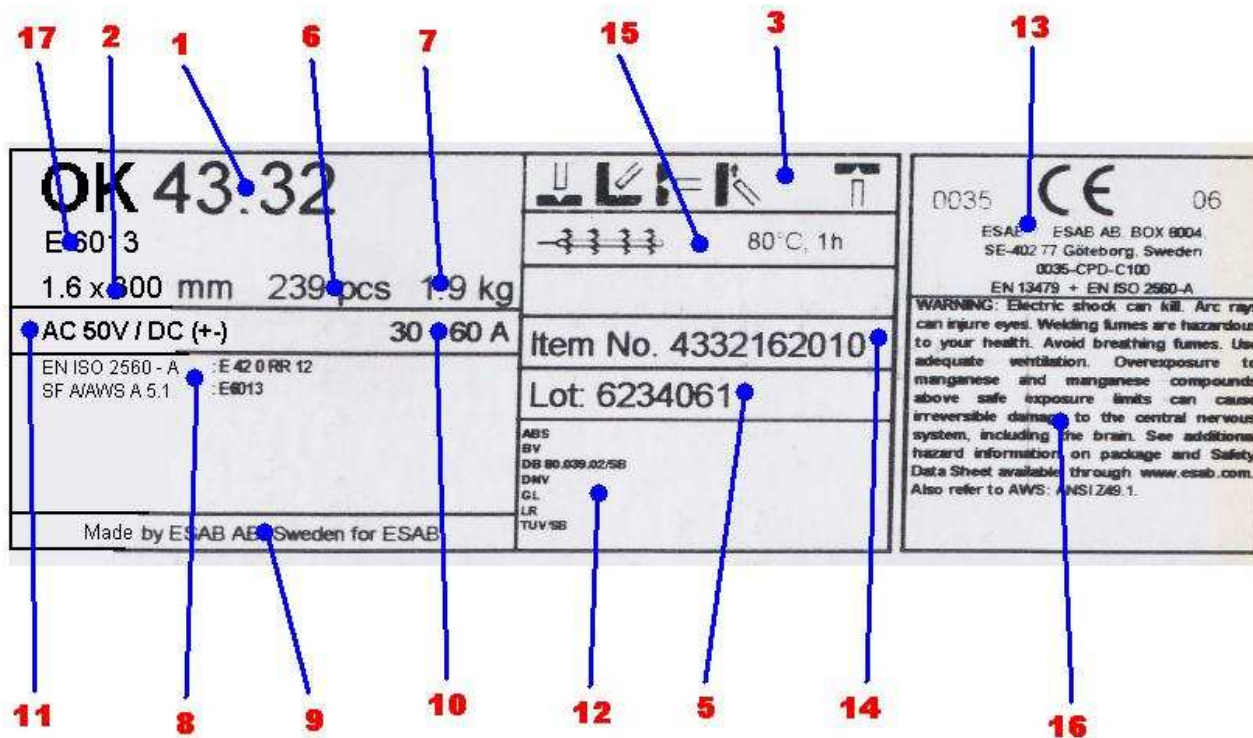
Bazický obal obsahuje cca 45% kazičce, 40% vápence, 10% oxidu křemičitého, 5 % feromanganu, rutilu, vodního skla a další. Elektrody s bazickým obalem vyžadují stejnosměrný proud a nepřímé zapojení elektrody, tj. elektroda je připojena k anodě (+). Výjimku tvoří obaly na bázi zirkonu, které lze použít i při střídavém proudu. Bazické elektrody jsou vhodné pro svařování ve všech polohách. Velmi dobře se uplatňují při požadavku na vyšší plasticitu svarového spoje, tj. nízký obsah difúzního vodíku, nižší vnesené teplo, atd. Velmi často se používají při opravách svarů provedených metodami svařování v ochranných atmosférách tavící se elektrodou.

Rutilový

Rutilový obal obsahuje až 90 % titanových rud, buď rutil nebo Ilmenit a dále vápenec, oxid křemičitý, feromangan, a další. Elektrody s rutilovým obalem se používají pro střídavý proud nebo stejnosměrný proud a přímé zapojení elektrody, tj. elektroda je připojena ke katodě (-). Velmi dobře se zapaluje elektrický oblouk, strusku lze velmi snadno odstranit. Protože závar je velmi malý nedoporučuje se používat tyto elektrody pro svařování tlustých plechů. Dosažené plastické vlastnosti jsou horší než u bazických elektrod. Rutilové elektrody způsobují menší rozstřík.

Kyselý

Kyselý obal obsahuje cca 50 % magnetitu, 20 % oxidu křemičitého, 20 % feromanganu, 10% vápence, rutilu, vodního skla a další. Elektrody s kyselým obalem jsou vhodné pro střídavý proud nebo stejnosměrný proud a přímé zapojení elektrody, tj. elektroda je připojena ke katodě (-). Kyselé elektrody se přednostně používají pro polohy PA nebo PB, umožňují hluboký závar a disponují vysokým výkonem. Svary jsou náchylnější na vznik tzv. krystalizačních trhlin z důvodu nedokonalé rafinace síry a fosforu. Svarový kov má nižší pevnost ale vyšší houževnatost. [4]



Vysvětlivky jednotlivých značek a symbolů na etiketách:

- 1 - Obchodní označení elektrod.
- 2 - Průměr x délka elektrod (mm).
- 3 - Polohy svařování, pro které je elektroda vhodná. Vysvětlení piktogramů je v následující tabulce:

	Elektrodou lze svařovat v poloze PA - vodorovná shora (tupý svar)
	Elektrodou lze svařovat v poloze PB - vodorovná šikmo shora (koutový svar)
	Elektrodou lze svařovat v poloze PC - vodorovná na svislé stěně
	Elektrodou lze svařovat v poloze PE - vodorovná nad hlavou
	Elektrodou lze svařovat v poloze PF - zdola nahoru (tzv "stoupačka")
	Elektrodou lze svařovat v poloze PG - shora dolů (tzv "padák")

[12]

4 - Chemické složení svarového kovu.

5 - Číslo tavby (LOT).

6 - Počet elektrod v krabičce (pcs).

7 - Hmotnost krabičky (kg).

8 - Klasifikace elektrod podle norem.

9 - Výrobce elektrod.

10 - Doporučený rozsah svářecího proudu (A).

11 - Druh a polarita svářecího proudu. AC = střídavý proud, DC = stejnosměrný proud. Symboly plus a mínus je označeno na jakou svorku svářečky je potřeba elektrodu připojit, jedná-li se o DC zapojení. Pokud jsou přítomné oba symboly, je možné elektrodu připojit na plus i mínus. Někdy bývá také uvedena doporučená minimální hodnota napětí naprázdno svářečky (např. u OK43.32 je to 50V).

12 - Seznam institucí, kde byla elektroda atestována a schvalována.

13 - Značka shody s normami (CE) a seznam norem, podle kterých byla elektroda posuzována.

14 - Katalogové číslo výrobce (Art. No, Item No).

15 - Údaje pro přesušení elektrody. Při jaké teplotě a jak dlouho

16 - Varování, že při svařování elektrickou můžete dostat ránu. Varování abyste necucali jedovatý obal. Varování abyste si nepíchali elektrody do oka, apod. EU dělá z lidí debily...

17 - Alternativní a "mezinárodně srozumitelnější" označení elektrod. Například **6012 a 6013** jsou běžné rutilky a **7018** jsou běžné bazické elektrody. [12]

4.4 Svařitelnost

Je komplexní charakteristika vyjadřující vhodnost kovu na výrobu svarů příslušného určení při určitých technologických možnostech svařování a konstrukční spolehlivosti svarového spoje.

Vhodnost kovu na svařování

Je materiálová charakteristika vyjadřující změnu vlastností základního materiálu v důsledku svařování.

Zabezpečuje se:

- Metalurgickým způsobem výroby
- Chemickým složením
- Způsobem odlévání a tváření
- Tepelným zpracováním
- Technologickou možností

Svařování kovu, což je charakteristika vyjadřující vliv použitého procesu na vlastnosti svarového spoje s určitou konstrukční spolehlivostí a vhodností kovu na svařování.

Zabezpečuje se:

- Metodou svařování
- Přídavným materiálem
- Tepelným příkonem svařování
- Postupem svařování
- Tepelným režimem svařování
- Tepelným zpracováním spoje po svařování

Konstrukční spolehlivost

Je charakteristika vyjadřující vliv konstrukční úpravy spoje pro dané provozní podmínky a vztahuje se na kov s určitou vhodností na svařování a na určité technologické možnosti jeho svařování.

Zabezpečuje se:

- Tloušťkou materiálu
- Tvarem spoje
- Tvarem a přípravou svarových ploch
- Tuhostí spoje
- Přístupností spoje [6,11]

Svařitelnost se rozlišuje podle technologie

- Plamenové způsoby svařování
- Obloukové způsoby svařování
- Svařování do roztavené strusky
- Odporové svařování
- Ostatní druhy svařování

Svařitelnost ocelí se rozlišují podle jejich chemického složení, tloušťky průřezu polotovaru a vyjadřuje se v normách jakosti:

1A – zaručená

Výrobce zaručuje svařitelnost ocelí při svařování za teploty až do 0°C bez zvláštních opatření při svařování.

1B – zaručená s podmínkou

Výrobce zaručuje svařitelnost ocelí při dodržení předem určených podmínek uvedených v materiálovém listě.

2 – dobrá

Výrobce nezaručuje svařitelnost, ale ve většině případech lze dosáhnout vyhovující svarový spoj.

3 – obtížná

Výrobce nedoporučuje svařování.

Svařitelnost ocelí se dá určit také výpočtem ze vzorce. Rozhodujícím prvkem, který ovlivňuje svařitelnost je uhlík C, kterého obsah v zaručeně svařitelné oceli nemá přesáhnout **0,22%**. Vliv ostatních prvků uvádí – tzv. **výpočet ekvivalentního obsahu uhlíku**. Ekvivalent uhlíku C nemá přesáhnout hodnotu **0,5%**.

Ekvivalent uhlíku C dle IIW/IIS

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

5 TEORETICKÝ POPIS OBLOUKOVÉHO SVAŘOVÁNÍ

5.1 Příprava svarových ploch

Svarové plochy pro svařování se upravují podle požadavků technologie a v souladu s platnými technickými normami. Převzatá evropská norma má v České republice označení ČSN EN 29 692 a řeší jednotně přípravu ploch pro svařování ocelí. [1,6]

5.2 Nastavení svařovacího proudu

Svařovací proud se nastavuje vždy před započítím práce podle údajů uvedených na obalu výrobcem elektrod. Proud se volí v přípustném proudovém rozmezí podle polohy svařování. Při práci s neznámou svářečkou nastavujeme raději proud větší, který postupně ubíráme.

Větší proud je pro jakost sváru méně nebezpečný, než proud malý.

Malý proud je nebezpečný vzniku studených spojů. (Obr.č. 19)

Příliš malý svařovací proud má za následek zhasínání oblouku, elektroda se lepí a je obtížné udržet oblouk normální délky. Navařená housenka je vypouklá a nemá dostatečný závar.

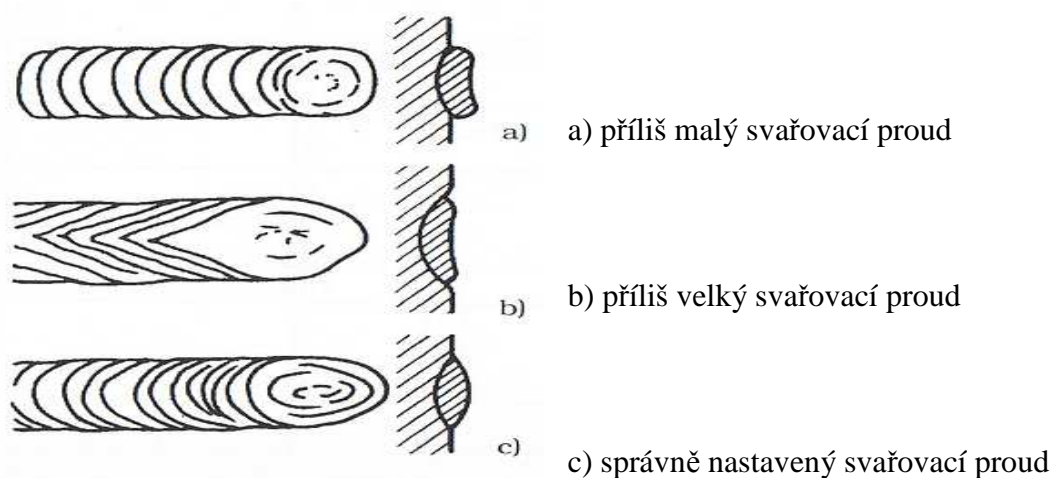
Příliš velký proud se pozná podle toho, že se elektroda žhaví, svarový kov se rozstříkuje a při svařování oblouk prská. Tavná lázeň je široká a podél svaru mohou být zápaly. Při správně nastaveném svařovacím proudu je kresba housenky eliptická a svarový kov přechází do základního kovu plynule.

Nejsou-li k dispozici údaje od výrobce o rozsahu svařovacího proudu, je možno stanovit svařovací proud orientačně podle vztahu:

- kyselé a rutilové elektrody $I = (40 \text{ až } 55) \times d$

- bazické elektrody $I = (35 \text{ až } 50) \times d$

kde I je svařovací proud (A) a d je průměr elektrody (mm)



obr. č.19

5.3 Zapalování elektrického oblouku

Jako první problém nastává zvládnutí zapálení elektrického oblouku.

Dotkne-li se elektroda materiálu a zůstane tam delší dobu, nastane zkrat a elektroda se přilepí.

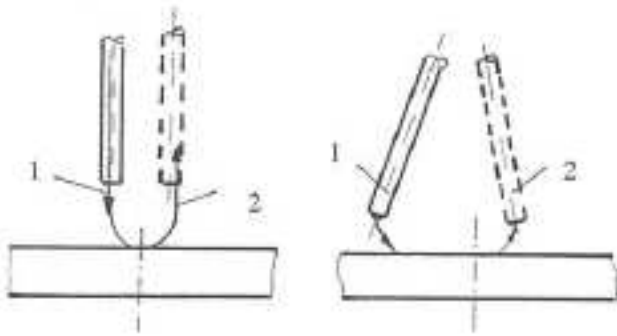
Pokud se naopak elektroda rychle od materiálu vzdálí, přeruší se obvod a oblouk zhasne.

Proto je nutné postup zapalování elektrického oblouku nacvičit. Nejsnáze se elektrický oblouk zapálí lehkým škrtnutím elektrody o svařovanou součást a následným oddálením o vzdálenost přibližně rovnou dvojnásobku průměru použité elektrody. [1]

Škrtnutí a oddálení elektrody musí být jediný plynulý pohyb. .(Obr.č. 20)

Jiný způsob zapalování elektrického oblouku je ťuknutí a pomalé oddálení elektrody od materiálu.

Při nácviu je vhodné opakovaně zapálit elektrický oblouk některým z uvedených způsobů, nechat hořet několik sekund, a poté oddálit elektrodu, čímž dojde k zhasnutí oblouku.

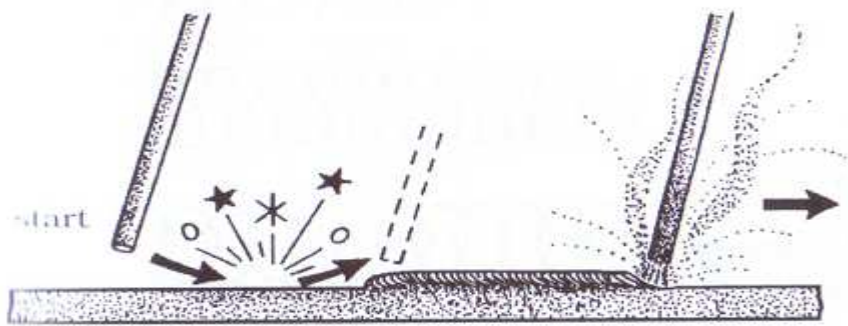


Obr.č.20 Pohyb elektrody při zapalování elektrického oblouku:

1- pomalu, 2 - rychle 1- pomalu, 2 – rychle

5.4 Vedení a pohyby elektrody

Při vedení obalené elektrody je nutné dodržovat správný sklon. Používají-li se bazické elektrody, je vedení elektrody trochu šikmé, aby struska nepředbíhala oblouk, nebo naopak nezůstávala pozadu. (Obr. č. 21)



Obr. č. 21 vedení elektrody

1) postupný pohyb elektrody

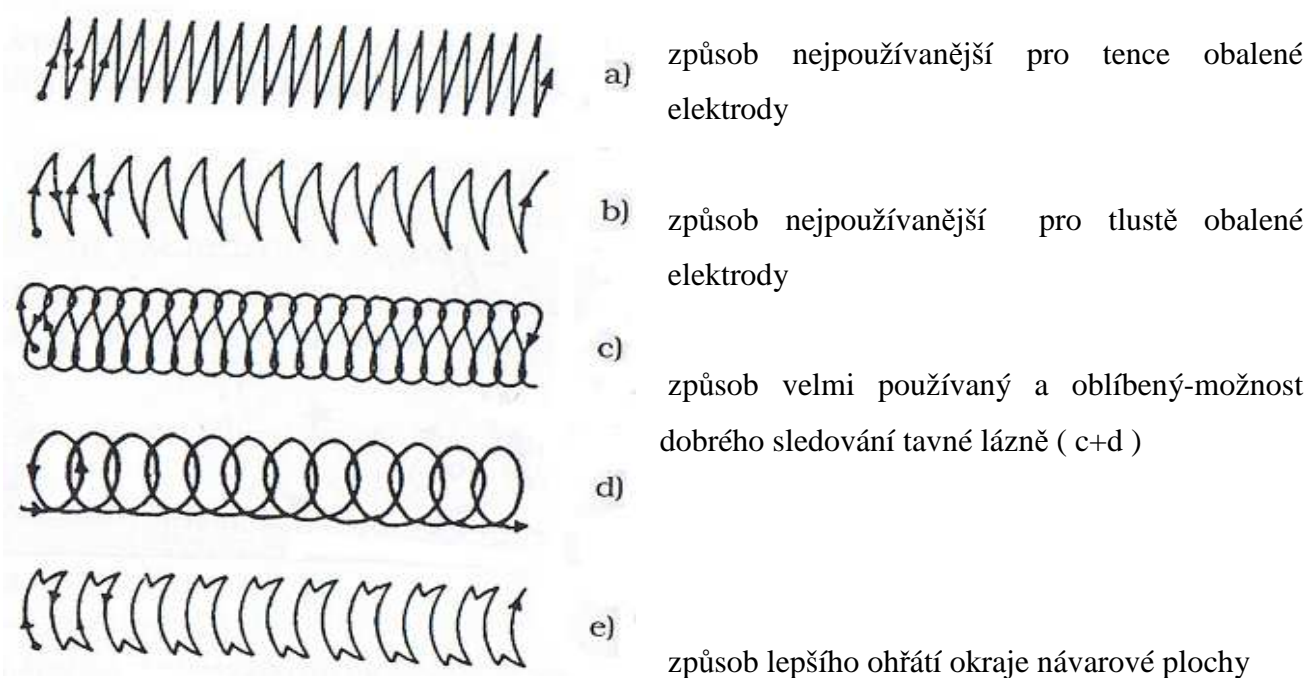
Je důležité získání automatického návyku při vedení elektrody. Po zapálení se elektroda vede pomalu po zkušební desce. Délku oblouku, která má být přibližně rovna průměru elektrody, je třeba udržovat konstantní. Elektroda se taví a rovnoměrně ubývá, a proto je nutno ji neustále a rovnoměrně přibližovat ke svařenci. Tento pohyb ke svařenci musí být automatický. Správná délka oblouku je charakterizována praskavým zvukem.

Příliš dlouhý oblouk vydává jasný zvuk a je obtížné ho udržet.

Krátký oblouk má třaskavý zvuk a elektroda má snahu se lepit na svařovaný materiál. [1]

2) kývavý pohyb elektrody

Širokou svarovou housenku lze vytvořit příčným kývavým pohybem elektrody při jejím současném podélném pohybu. Používá se celá řada kývavých pohybů podle druhu, velikosti a polohy svaru a podle druhu elektrody. Šířka housenky závisí na výkyvu. Kývavým způsobem vedení elektrody se svařuje pomaleji, vnese se více tepla do svaru a zvětšuje se množství navařeného kovu na jednotku délky. (Obr. č.22)

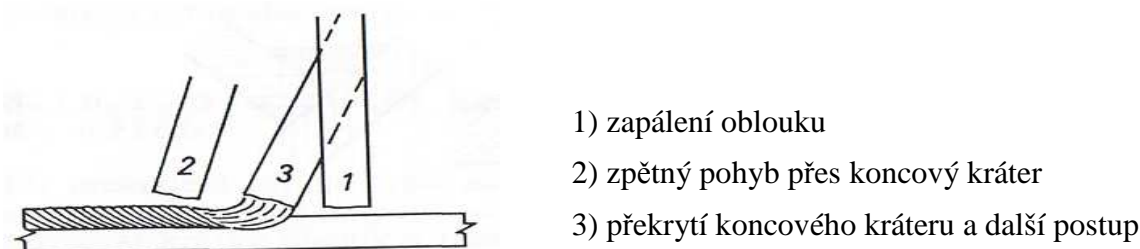


Obr. č.22 kývavý pohyb elektrodou

Při kývavém pohybu elektrodou se zvětšují rozměry tavné lázně a zlepšuje se ohřátí návarových ploch. Tavná lázeň je delší dobu tekutá a tuhne pomaleji

5.5 Nastavení a zakončení svarové housenky

Při přerušení svařování a napojování housenky je potřebné odstranit strusku alespoň z koncového kráteru. Oblouk se zapaluje v ještě nesvařeném místě na základním materiálu a rychle se vrací přes koncový kráter na místo, kde právě končí pravidelná kresba svaru.



Obr. č. 23 nastavování svarové housenky [1]

Začátkem nové housenky se překryje koncový kráter předchozí svarové housenky. Při přechodu přes kráter se použije kratší oblouk než běžně. (Obr. č. 23)

Při zakončování svaru je snahou kovu obvykle tvořit koncový kráter. Opatření proti tomu je zpomalení posuvu elektrody, zastavení, nebo i vrácení tak, aby se kráter vyplnil svarovým kovem. Potom se teprve zhasne oblouk.

Nesprávně je náhlé přerušení oblouku oddálením elektrody od kráteru, který zůstane bez strusky. Tím se soustřeďuje napětí v tenké vrstvě rychle chladnoucí taveniny a je nebezpečí vzniku trhlin

5.6 Druhy svarů

1) koutové svary

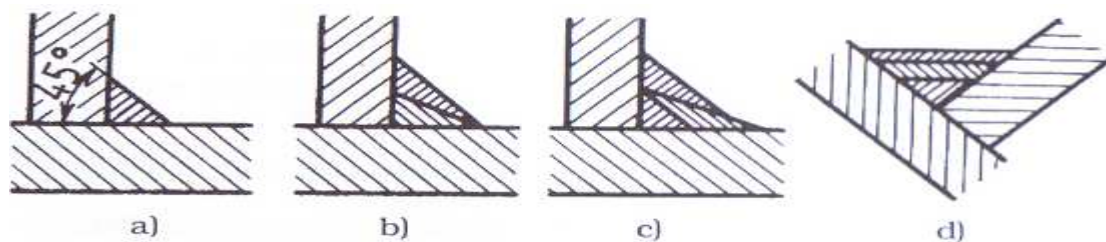
U koutových svarů jsou svarové plochy k sobě přibližně kolmé. Nejsou pro svařování opracovány. Povrch svarů je buď rovný, vypouklý, nebo vydutý. Průřez koutového svaru je přibližně trojúhelníkový. (Obr. č. 24)

a) jednovrstvé koutové svary mají mít povrch skloněný pod úhlem 45° k stěnám svařovaného kusu.

b) dvouvrstvé koutové svary ve vodorovné poloze. Rozhodující vliv na kvalitu koutového svaru má první vrstva do kořene svaru.

c) třívrstvý svar se provádí postupně od první, druhou a třetí vrstvou.

d) při svařování do úžlabí se pokládají všechny vrstvy na sebe.

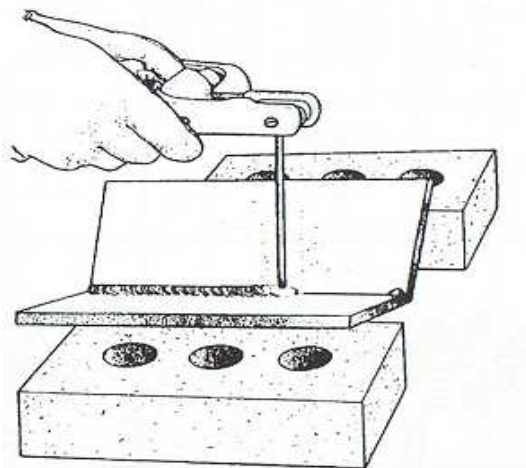


Obr. č. 24 svařování koutových svarů.

a) svařování koutového svaru do úžlabí

Při provádění tohoto typu svaru se svařované kusy nastehují v žádané poloze a vhodně se podloží. Při svařování je potřeba udržovat krátký oblouk a pomalý stejnoměrný pohyb.

Při nácvičení je vhodné provádět svary zprava doleva a naopak (Obr. č. 25) [1]



Obr. č.25 vedení oblouku při svařování koutového svaru do úžlabí

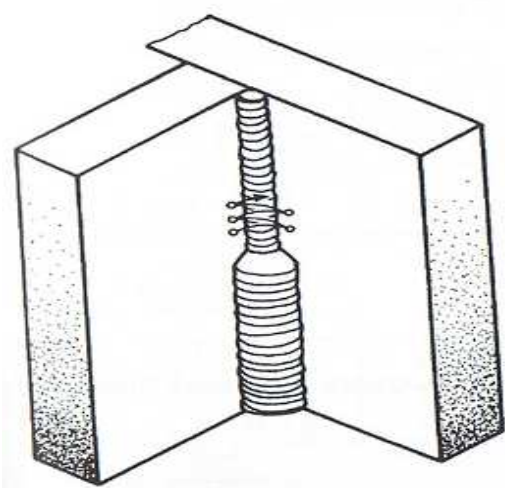
b) koutový svar ve svislé poloze (Obr.č.26)

koutové svary ve svislé poloze lze svařovat dvěma způsoby:

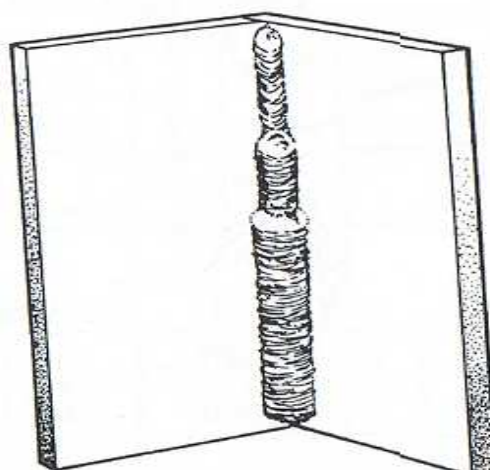
- zdola nahoru
- shora dolů

Elektroda musí vykonávat kývavý pohyb v obloucích nahoru vypouklých, jimiž se zajíždí do koutu.

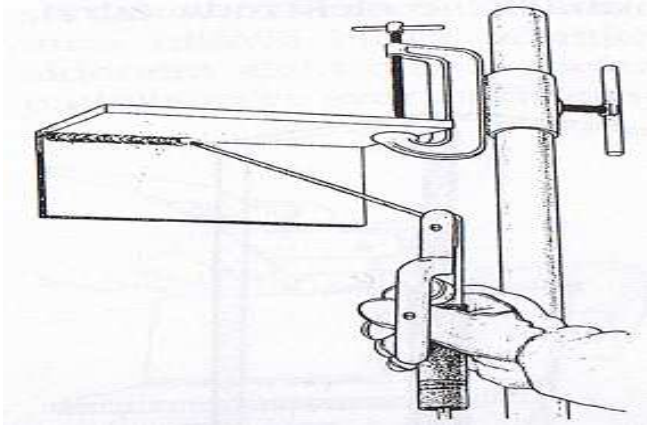
(Obr. č.27) Při svařování koutových svarů ve svislé poloze se používá nižší proud než při svařování v poloze vodorovné.



Obr.č.26 Svařování koutového svaru ve svislé poloze [1]



Obr. č.27 Vícevrstvý svar na svislé stěně



c) koutový svar v poloze nad hlavou (Obr. č.28)

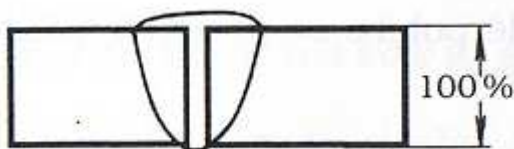
při svařování nad hlavou se kladou jednotlivé vrstvy přímočaře s nepatrným kývavým pohybem elektrody ve směru svaru.

Obr. č.28 Koutový svar nad hlavou

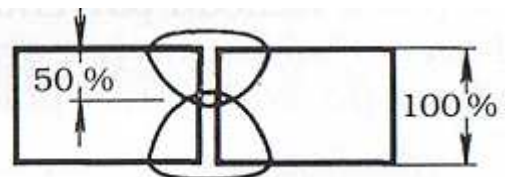
2) tupé svary

a) I svar

tupé I svary jednostranné se používají do tloušťky plechu 3 mm. Větší tloušťku lze svařovat I svarem oboustranným. (Obr. č. 29 a Obr.č. 30)



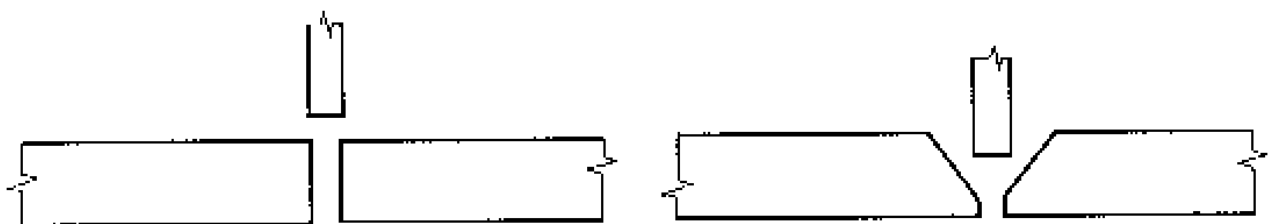
Obr. č. 29 Jednostranný I svar



Obr. č. 30 Oboustranný I svar

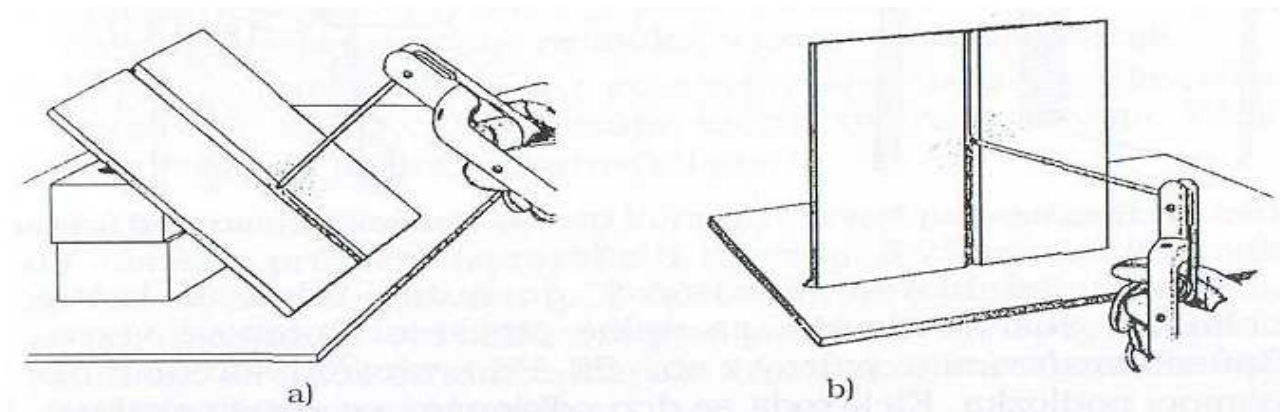
b) V svar

V svary jsou nejpoužívanější typy svarů. Používají se na svařování dílů o tloušťce 4 až 10 mm. Při svařování pomocí V svarů je velmi důležité správné sestavení svařovaných ploch. (Obr. č. 31)

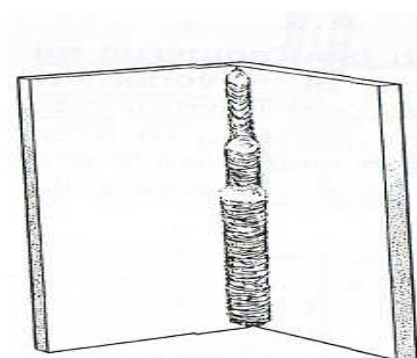


Obr. č. 31 Průměr elektrody a styčná spára pro kořenovou vrstvu

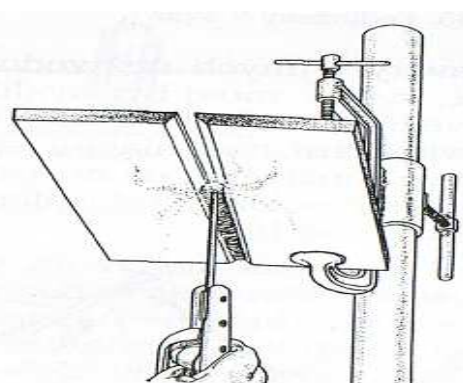
V svary v jiných než vodorovných polohách jsou poměrně náročné, svařeč musí být kvalifikovaný a zkušený. (Obr. č. 32) [1]



Obr. č. 32 Svařování V svaru, a) v poloze šikmé, b) v poloze svislé,
 Ve svislé poloze se V svarem svařuje obvykle zdola nahoru. Při svařování V svaru je nutné řádně provádět napojení svarové housenky. (Obr.č.33)



Obr. č.33 Třívrstvý svislý V svar
 V svar nad hlavou je náročný. Je nutno udržovat krátký oblouk a dbát především na úplné provaření kořenové vrstvy. (Obr. č.34)



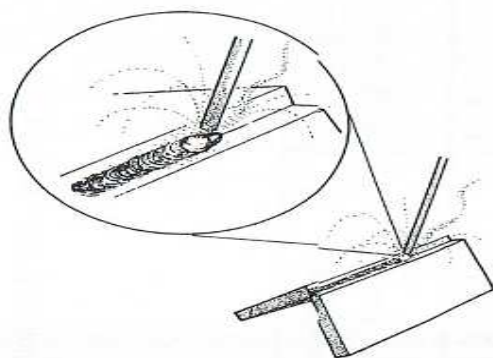
Obr. č.34 Svařování V svaru nad hlavou

c) X svar

Tento druh svaru se používá pro větší tloušťky svařovaných materiálů obvykle 12 až 40 mm.

d) U svar

Používá se pro tloušťky materiálu větší než 20 mm. Vyžaduje poměrně náročnou přípravu svarových ploch.



e) rohové spoje

Jsou používány na vnějších stranách svarků. Při svařování se elektroda vede nad středem svaru. Při správných podmínkách svařování, vedoucích k provaření kořene, je znatelný v průběhu svařování protavený otvor, tzv. klíčová dírka (Obr.č.35) který se postupně při kladení housenky uzavírá.

Obr. č.35 Svařování kořene rohového spoje, sledování klíčové dírky. [1]

f) děrové svary

Děrové svary spojují na sobě ležící svařované plochy

g) svařování materiálů různé tloušťky

Je-li nutno spojit dva díly nestejně tloušťky tupým svarem, musí se silnější díl upravit tak, aby v oblasti svaru byla tloušťka materiálu stejná. Silnější díl se zkosí tak, aby úkos byl v poměru 1 : 5 až 1 : 10, Pokud rozdíl svařovaných tlouštěk je malý, lze ho vyrovnat nesouměrným oboustranným svarem. [1]

6 DOSTUPNÉ METODY V REGIONU ČESKÝCH BUDĚJOVIC

Za nejběžnější dostupné metody obloukového svařování používané v regionu Českých Budějovic převládají svařování v ochranných atmosférách a ruční obloukové svařování. Nejrozšířenější je metoda MAG využívající kovovou tavící se elektrodu a aktivní plyn CO₂. Tento způsob je hlavně využíván z důvodu vysoké efektivity svařování a nižších nákladů na energii. Dále umožňuje svařování ve všech svařovacích polohách, nižších nárocích na čištění strusky a neustálé výměny svařovacích elektrod. Tato metoda je proto velmi oblíbená a využívá se hlavně v menších zámečnických provozech a automobilních dílnách k svařování různých konstrukčních prvků a opravných postupech.

Druhou nejpoužívanější metodou je technologie ručního svařování obalovanou elektrodou. Výhody této metody jsou především z hlediska lepší manipulace se svářecím zdrojem.

V poslední době je pro svoji oblíbenost a praktičnost využíván svařovací invertor. (primárně taktovaný svařovací usměrňovač.) Jeho nespornou výhodou je malá hmotnost a především možnost svařování i na méně dostupných místech. Nejnovější technologie moderních invertorů se vyznačuje malou hmotností a výbornými svařovacími charakteristikami. Zdroje jsou schopny svařování ve vlhkém prostředí a s možností napájení elektrocentrálou., proto mají využití hlavně při venkovních svářečských pracích.

Uplatnění obloukového svařování v okolí Českých Budějovic vidím především ve využití ve výrobě konstrukčních prvků např. firma KEB – EGE, spol s r.o. zabývající se výrobou a montáží ocelových konstrukcí, stavebních konstrukcí a stolic pro testování brzd a náprav motorových vozidel. Provozovny zabývající se výrobou strojních zařízení a součástek, např. firma CENTES s.r.o. Obloukové svařování je využíváno v automobilních opravných nákladních, osobních a speciálních vozidel, např. firma PARMA servis s.r.o., FUTURE-TECH, spol. s r.o.

Předpokládám, že velké uplatnění obloukového svařování přinese plánovaná výstavba dálničního obchvatu Českých Budějovic a dostavbou dalších dvou bloků Jaderné elektrárny Temelín.

ZÁVĚR

Jedním z hlavních cílů zpracované bakalářské práce bylo názorně vysvětlit a didakticky pojmut základními termíny tavného svařování kovů, odborného názvosloví a nejužívanějších metod ručního obloukového svařování obalovanou elektrodou.

Jsem přesvědčen, že cílů vyplývajících se zadání a vytčených v úvodu práce se podařilo dosáhnout. Já sám jsem doposud tak rozsáhlou odbornou prací nikdy nepsal. Jádro práce je ve vypracování metodiky jasného a názorného textu dobře použitelného ve vyučovací praxi. Poměrně složité bylo pro mě vyhledat odpovídající odbornou literaturu na dané téma „Metodika a techniky obloukového svařování obalovanou elektrodou“ a veškeré tyto poznatky systematicky uspořádat do vzniklé práce. Menší problémy jsem měl při správném uvádění a zařídění citací bibliografických a elektronických publikací v souladu s platnou normou. Během vypracování jsem měl potíže ohledně úpravy grafické části textu, spojené s textovým editorem. Překonáním uvedených potíží jsem získal mnoho cenných poznatků a zkušeností v úpravě textu např. formátů písma, odstavců, užití pevných mezer atp. Další zkušenosti jsem získal v práci s úpravami obrázků v grafických editorech, formátů vložených obrázků a obtékání textem s vazbou na grafický editor. Menší problémy se vyskytly i při shánění aktuální literatury, tak aby byla plně v souladu se současnou, platnou evropskou normou EN s vazbou na normu ISO.

Přes všechny problémy spojené s vypracováním bakalářské práce si myslím, že mě tato činnost obohatila a rozšířila obzor jak v zadaném odborném tématu, který hodlám dále zdokonalovat a rozšiřovat, tak po stránce formálního zpracování textu.

Závěrem bych chtěl uvést některé poznatky a názory týkající se samotné techniky svařování obloukem. Po odborné stránce jsem přesvědčen, malá svařovací rychlost a omezené možnosti mechanizace a automatizace vytvářejí pro ruční svařování obalovanou elektrodou jistá omezení ve zvyšování pracovní produktivity. Invertoři nejnovější generace jsou z technologického hlediska velmi dobré pro dosažení skutečně kvalitní práce. Častým faktorem pro dobrou kvalitu svařování bývá dosažení vzniku tichého a stabilního svařovacího oblouku. Tyto přednosti se nejlépe osvědčují při mobilním použití na stavbách a nebo v menších provozech s menším podílem svářečských prací na vlastní výrobě.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

Užitá literatura:

- [1] MINAŘÍK, V. Obloukové svařování. Praha: nakladatelství scientia, spol.s r.o., 2007. ISBN 978-80-86960-28-9
- [2] LEINVEBER, J. VÁVRA, M., Strojnické tabulky. Úvaly: ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7
- [3] ČSN EN ISO 6947 - Svařování - Pracovní polohy - Definice úhlů sklonu a otočení.
- [4] Prospektový materiál firmy, FRONIUS, ESAB
- [5] VYHLÁŠKA, 87/2000 Sb., Ministerstva vnitra, ze dne 31. března 2000, kterou se stanoví podmínky požární bezpečnosti při svařování
- [6] MEDER, M. výukové materiály, svářečská škola MANE – KOVO spol s r.o.
- [7] BULÁNEK J. Metodická prezentace, bakalářská práce, MVTp 2012

Informační zdroje z internetu:

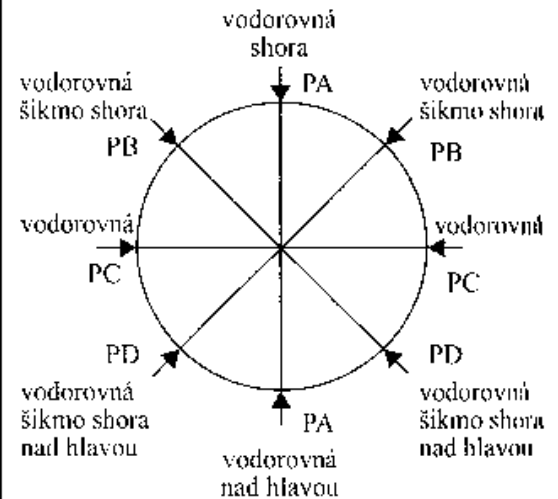
- [7] <http://www.welding.cz/historie/sejпка-h.htm>
- [8] <http://automig.cz/o-svarovani/metody/obalena-elektroda-mma/>
- [9] <http://www.weldnet.cz/jak-na-to>
- [10] <http://www.vossost.cz/pk/Data/PDF/Oznacenimetodsvarovani.pdf>
- [11] <http://www.google.cz/search?q=svařování+elektrickým+obloukem&hl=cs>
- [12] <http://www.svarbazar.cz/phprs/index.php>
- [13] <http://www.centec.cz/index.html>
- [14] http://solutions.3mcesko.cz/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=cs_CZ
- [15] <http://svarecskepotreby.cz/.html>

PŘÍLOHY

- Příloha č. 1 – symboly pro polohy svařování, označování vlastností svařování, druh proudu
- Příloha č. 2 – označení svařovacích ploch podle ČSN EN ISO 6947
- Příloha č. 3 – základní značky svaru - 1
- Příloha č. 4 – základní značky svaru - 2
- Příloha č. 5 – vady svarových spojů, vady svarů
- Příloha č. 6 – vady svarových spojů, vady povrchu svaru
- Příloha č. 7 – informativní porovnání značení některých druhů ocelí podle ČSN, EN, DIN, ASME
- Příloha č. 8 – zadání bakalářské práce

Symbody pro polohy svařování

Symbol	Druh svaru	Označení ČSN EN ISO 6947	Název
	tupý koutový	PA PA	vodorovná shora vodorovná shora
	tupý	PC	vodorovná
	tupý koutový	PE PD	nad hlavou vodorovná nad hlavou
	tupý koutový	PF PF	svislá nahoru svislá nahoru
	tupý koutový	PG PG	svislá dolů svislá dolů
	koutový	PB	vodorovná šikmo shora



Označování vlastností svařování

Všeobecné vlastnosti svarového kovu a svařovacích materiálů

R_m	pevnost v tahu (MPa)
R_{el}	dolní mez kluzu v tahu (MPa)
$R_{m,2}$	smluvní mez kluzu v tahu (MPa)
$^{\circ}C/KV$	nárazová práce při zkoušce rázem na tyči s „V“ vrubem (při teplotě $^{\circ}C$) (J)
HV	tvrdost dle Vickerse
H13	tvrdost dle Brinella
HRC	tvrdost dle Rockwella
FN	feritové číslo
MKK	mezikrystalová koroze


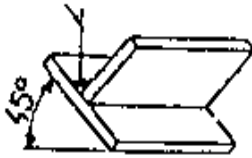
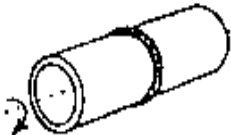
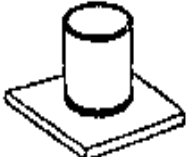
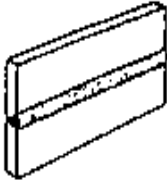
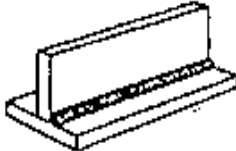

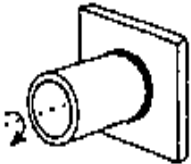
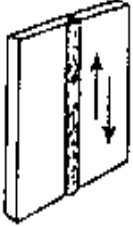
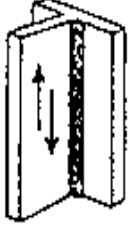

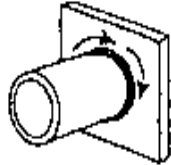

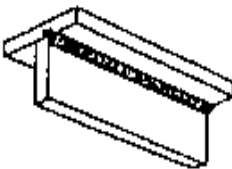
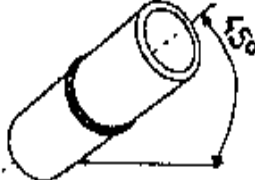

Výkonové hodnoty








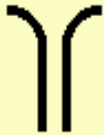



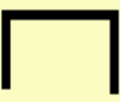




$\varnothing d$	průměr elektrody – drátu (mm)
$\varnothing d \times l$	průměr x délka elektrody (mm)
N	množství svarového kovu na 1 kg elektrod (kg)
B	počet elektrod na 1 kg svarového kovu (ks)
H	výkon napětí (kg/h)
T	doba hoření elektrody (s)
U	napětí (V)












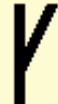




Druh proudu, polarita

	střídavý proud AC
	stejnoseměrný proud, zapojený na + pól, DC+
	stejnoseměrný proud, zapojený na - pól, DC-
	stejnoseměrný proud, zapojený na + nebo - pól, DC±
	bud' stejnosměrný proud a zapojený na + pól nebo střídavý proud
	bud' stejnosměrný proud a zapojený na - pól nebo střídavý proud
	není rozdíl v zapojení a ve volbě druhu proudu

Příloha č. 2 [2]

EN				
EN				
EN				
EN				

TVAR SVAROVÝCH PLOCH	NÁZEV SVARU	ZNAČKA
	KOUTOVÝ SVAR	
	W SVAR	
	1/2 W SVAR	
	OBLÝ SVAR	
	1/2 OBLÝ SVAR	
	DĚROVÝ SVAR	
	BODOVÝ SVAR	
	VÝSTUPKOVÝ SVAR	

PROFIL SVAROVÝCH PLOCH	NÁZEV SVARU	ZNAČKA
	LEMOVÝ SVAR	
	I SVAR	
	V SVAR	
	1/2 V SVAR	
	Y SVAR	
	1/2 Y SVAR	
	U SVAR	
	1/2 U SVAR	

2015 PÓRY



2011 BUBLINY



2014 ŘÁDKA DUTIN



2013 SHLUK DUTIN



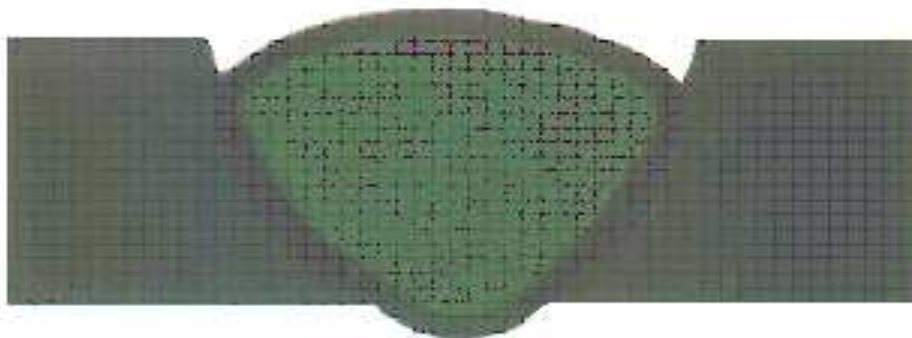
4011 STUDENÝ SPOJ NA SVAROVÉ PLOŠE



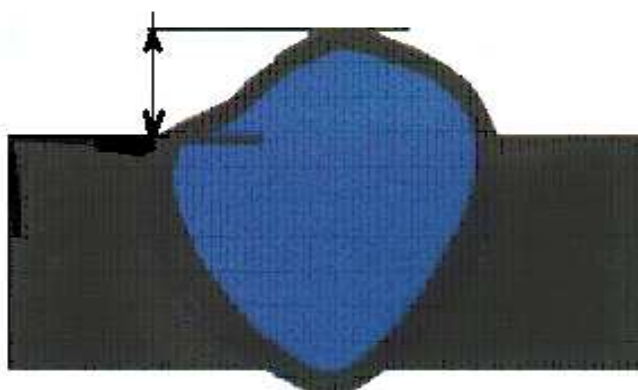
4012 STUDENÝ SPOJ MEZI VRSTVAMI



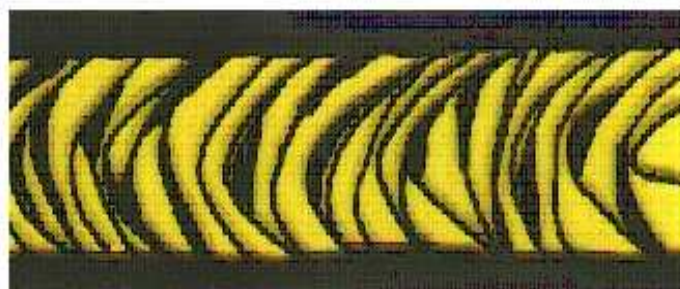
501 VRUBY, ZÁPALLY



502 NADMĚRNÉ PŘEVÝŠENÍ



514 NEPRAVIDELNÝ POVRCH



ČSN ECISS IC 10 EN 10027.2 a 1	Oceli značené podle jejich použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností Oceli pro ocelové konstrukce
-----------------------------------	---

Základní symboly	Přídavné symboly pro oceli	Přídavné symboly pro ocelové výrobky
------------------	----------------------------	--------------------------------------

G	S	n	n	n	an.....	+an+an.....
---	---	---	---	---	---------	-------------

Základní symboly		Přídavné symboly Pro oceli																																						
Písmeno	Vlastnosti	Skupina 1		Skupina 2																																				
G=ocel na odlitky (pokud je požadována)	nnn = min. mez kluzu (Re) v N/mm2 pro nejmenší tloušťku výrobku	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nárazová práce Joule</th> <th>Zkušební teplota</th> </tr> <tr> <th>27J</th> <th>40J</th> <th>60J</th> <th>°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JR</td> <td>KR</td> <td>LR</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>JO</td> <td>KO</td> <td>LO</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>K2</td> <td>L2</td> <td>-20</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>K3</td> <td>L3</td> <td>-30</td> </tr> <tr> <td>J4</td> <td>K4</td> <td>L4</td> <td>-40</td> </tr> <tr> <td>J5</td> <td>K5</td> <td>L5</td> <td>-50</td> </tr> <tr> <td>J6</td> <td>K6</td> <td>L6</td> <td>-60</td> </tr> </tbody> </table>		Nárazová práce Joule		Zkušební teplota	27J	40J	60J	°C	JR	KR	LR	20	JO	KO	LO	0	J2	K2	L2	-20	J3	K3	L3	-30	J4	K4	L4	-40	J5	K5	L5	-50	J6	K6	L6	-60	C = se zvláštní tvařitelností za studena D = pro žárové pokovování E = pro smaltování F = pro kování H = pro vysoké teploty L = pro nízké teploty M = termomechanicky zpracováno N = normalizačně válcováno nebo normalizačně žháno O = pro konstrukce v pobřežích vodách (off shore) P = štětovnice R = pro teploty okolí Q = zušlechťeno S = pro stavbu plavidel T = na trubky W = odolné atmosférické korozi X = pro nízké i vysoké teploty an = symboly pro další předepsané prvky, např. Cu, jestliže je to potřebné, uvedou se spolu s číslem, které udává desetinásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah prvku (zaokrouhlené na 0,1%)	
Nárazová práce Joule		Zkušební teplota																																						
27J	40J	60J	°C																																					
JR	KR	LR	20																																					
JO	KO	LO	0																																					
J2	K2	L2	-20																																					
J3	K3	L3	-30																																					
J4	K4	L4	-40																																					
J5	K5	L5	-50																																					
J6	K6	L6	-60																																					
S = oceli pro ocelové konstrukce		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">M=termomechanicky válcováno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">N=normalizačně válcováno nebo normalizačně žháno</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Q=zušlechťeno</td> </tr> <tr> <td colspan="2">G=jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice</td> </tr> <tr> <td colspan="2">G1 = neuklidněno</td> </tr> <tr> <td colspan="2">G2 = uklidněno</td> </tr> <tr> <td colspan="2">G3 = uklidněno + normalizace</td> </tr> </tbody> </table>		M=termomechanicky válcováno		N=normalizačně válcováno nebo normalizačně žháno		Q=zušlechťeno		G=jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice		G1 = neuklidněno		G2 = uklidněno		G3 = uklidněno + normalizace																								
M=termomechanicky válcováno																																								
N=normalizačně válcováno nebo normalizačně žháno																																								
Q=zušlechťeno																																								
G=jiné charakteristiky, pokud je to potřebné, následuje jedna nebo dvě číslice																																								
G1 = neuklidněno																																								
G2 = uklidněno																																								
G3 = uklidněno + normalizace																																								
P = oceli pro tlakové nádoby																																								
L = oceli pro potrubí																																								
B = oceli do betonu																																								
E = oceli pro strojní konstrukce																																								

C = hrubozrná
F = jemnozrná
H = kalitelná
Z 15 = min. kontrakce 15%
Z 25 = min. kontrakce 25%

S 235 J2 G3 L + Z 25

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Pedagogická fakulta
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef CHUDÍK**
Osobní číslo: **P09893**
Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obor: **Základy výrobní techniky se zaměřením na vzdělávání**
Název tématu: **Metodika a techniky obloukového svařování obalovanou elektrodou**
Zadávací katedra: **Katedra fyziky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V úvodu uveďte zdůvodnění zvoleného téma a cíle práce. Vyhledejte vhodné zdroje informací k danému tématu. V další části se zaměřte na souhrn základních teorií k uvedenému okruhu (teorie svařování kovů elektrickým obloukem) ze všech dostupných zdrojů. Zaměřte se zejména na tyto oblasti:

1. Seznamte se detailně s aktuální odbornou literaturou z oblasti svařování elektrickým obloukem. Sám vyhledejte vhodnou literaturu k danému tématu.
2. V literatuře se zaměřte především na základní pojmy tavného svařování kovů, názvosloví, svařovací metody a techniky, chyby při svařování atd.
3. V úvodu proveďte souhrn zásad správného obloukového svařování a přehledně utřídte obecné poznatky týkající se svařování z doporučené literatury a vysvětlete základní pojmy.
4. Zaměřte se na problematiku vybraných technologií obloukového svařování a užívané techniky.
5. Proveďte teoretický popis této vybrané technologie a výčet působících vlivů ovlivňujících kvalitu svarů.
6. Pozornost soustřeďte především na dostupné metody užívané v regionu.
7. Závěrem shrňte získané poznatky a pokuste se získat charakteristické vzorky svarů, které předvedete u obhajoby práce.
8. Vypracujte přehlednou prezentaci kterou užijete při obhajobě práce.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: cca 40-50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Leinveber, J., Vávra, P.: Strojnické tabulky. ALBRA, Praha, 2006. ISBN 80-7361-033-7
- Řasa, J., Švercl, J.: Strojnické tabulky. Scientia, Praha, 2004. ISBN 80-7183-312-6
- http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyz/info_dp.php
- http://www.pf.jcu.cz/documents/r83_2007.pdf

Sám se pokuste vyhledat vhodnou aktuální literaturu k danému tématu.


Vedoucí bakalářské práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.
Katedra fyziky

Datum zadání bakalářské práce: 22. listopadu 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2012


Mgr. Michal Vančura, Ph.D.
děkan




prof. RNDr. Petr Špatenka, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. listopadu 2010